P3NK-3302-01Z0

Si-R brin シリーズ

機能説明書 V2

はじめに

このたびは、本装置をお買い上げいただき、まことにありがとうございます。
インターネットやLANをさらに活用するために、本装置をご利用ください。

2009年 2月初版

本ドキュメントには「外国為替及び外国貿易管理法」に基づく特定技術が含まれています。
従って本ドキュメントを輸出または非居住者に提供するとき、同法に基づく許可が必要となります。
Microsoft Corporationのガイドラインに従って画面写真を使用しています。

目次

本書の構成と使いかた

本書では、一般的なネットワークの概要や本装置で使用できる便利な機能について説明しています。
また、CD-ROMの中のREADMEファイルには大切な情報が記載されていますので、併せてお読みください。

本書の読者と前提知識

本書は、ネットワーク管理を行っている方を対象に記述しています。
本書を利用するにあたって、ネットワークおよびインターネットに関する基本的な知識が必要です。

本書の構成

以下に、本書の構成と各章の内容を示します。

章タイトル	内　容
第１章　ネットワーク設計概念	この章では、一般的なネットワークの設計概念について説明します。
第２章　機能概要	この章では、本装置の主な機能の概要を説明します。

マークについて

本書で使用しているマーク類は、以下のような内容を表しています。

マーク	内容
ヒント	本装置をお使いになる際に、役に立つ知識をコラム形式で説明しています。
こんな事に気をつけて	本装置をご使用になる際に、注意していただきたいことを説明しています。
補足	操作手順で説明しているもののほかに、補足情報を説明しています。
参照	操作方法など関連事項を説明している箇所を示します。
警告	製造物責任法（PL）関連の警告事項を表しています。本装置をお使いの際は必ず守ってください。
注意	製造物責任法（PL）関連の注意事項を表しています。本装置をお使いの際は必ず守ってください。

本書における商標の表記について

Microsoft、Windows、Windows NT、Windows ServerおよびWindows Vistaは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。

AdobeおよびReaderは、Adobe Systems Incorporated（アドビシステムズ社）の米国ならびに他の国における商標または登録商標です。

UNIXは、米国およびその他の国におけるオープン・グループの登録商標です。

本書に記載されているその他の会社名および製品名は、各社の商標または登録商標です。

製品名の略称について

本書で使用している製品名は、以下のように略して表記します。

製品名称	本文中の表記
Microsoft® Windows® XP Professional operating system	Windows® XP
Microsoft® Windows® XP Home Edition operating system	
Microsoft® Windows® Millennium Edition operating system	Windows® Me
Microsoft® Windows® 98 operating system	Windows® 98
Microsoft® Windows® 95 operating system	Windows® 95
Microsoft® Windows® 2000 Server Network operating system	Windows® 2000
Microsoft® Windows® 2000 Professional operating system	
Microsoft® Windows NT® Server network operating system Version 4.0	Windows NT® 4.0
Microsoft® Windows NT® Workstation operating system Version 4.0	
Microsoft® Windows Server® 2003, Standard Edition	Windows Server® 2003
Microsoft® Windows Server® 2003 R2, Standard Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003, Enterprise Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003 R2, Enterprise Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003, Datacenter Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003 R2, Datacenter Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003, Web Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003, Standard x64 Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003 R2, Standard x64 Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003, Enterprise x64 Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003 R2, Enterprise x64 Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003, Enterprise Edition for Itanium-based systems	
Microsoft® Windows Server® 2003, Datacenter x64 Edition	
Microsoft® Windows Server® 2003 R2, Datacenter x64 Edition	
Microsoft® Windows Vista® Ultimate operating system	Windows Vista®
Microsoft® Windows Vista® Business operating system	
Microsoft® Windows Vista® Home Premium operating system	
Microsoft® Windows Vista® Home Basic operating system	
Microsoft® Windows Vista® Enterprise operating system	

本装置のマニュアルの構成

本装置の取扱説明書は、以下のとおり構成されています。使用する目的に応じて、お使いください。

マニュアル名称	内容
Si-R効率化運用ツール使用手引書	Si-R効率化運用ツールを使用する方法を説明しています。
Si-R80brin　ご利用にあたって	Si-R80brinの設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
機能説明書（本書）	本装置の便利な機能について説明しています。
トラブルシューティング	トラブルが起きたときの原因と対処方法を説明しています。
メッセージ集	システムログ情報などのメッセージの詳細な情報を説明しています。
仕様一覧	本装置のハード／ソフトウェア仕様とMIB/Trap一覧を説明しています。
コマンドユーザーズガイド	コマンドを使用して、時刻などの基本的な設定またはメンテナンスについて説明しています。
コマンド設定事例集	コマンドを使用した、基本的な接続形態または機能の活用方法を説明しています。
コマンドリファレンス - 構成定義編 -	構成定義コマンドの項目やパラメタの詳細な情報を説明しています。
コマンドリファレンス - 運用管理編 -	運用管理コマンド、その他のコマンドの項目やパラメタの詳細な情報を説明しています。
Webユーザーズガイド	Web画面を使用して、時刻などの基本的な設定またはメンテナンスについて説明しています。
Web設定事例集	Web画面を使用した、基本的な接続形態または機能の活用方法を説明しています。
Webリファレンス	Web画面の項目の詳細な情報を説明しています。

使用許諾条件

本製品には、カリフォルニア大学およびそのコントリビュータによって開発され、下記の使用条件とともに配付されているFreeBSDの一部が含まれています。

本製品には、カリフォルニア大学バークレイ校において開発されたソフトウェアが含まれています。

本製品には、WIDEのKAMEプロジェクトによって開発され、下記の使用条件とともに配付されているソフトウェアが含まれています。

本製品には、スタンフォード大学よって開発され、下記の使用条件とともに配布されている mrouted の一部が含まれています。

本製品には、南カリフォルニア大学およびそのコントリビュータによって開発され、下記の使用条件とともに配布されている pimd の一部が含まれています。

AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

$Id: LICENSE,v 1.5 2001/09/10 20:31:36 pavlin Exp $
Part of this program has been derived from mrouted.
The mrouted program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.mrouted".

The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

本製品には、オレゴン大学によって開発され、下記の使用条件とともに配布されている pimdd の一部が含まれています。

Copyright © 1998 by the University of Oregon.All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation in source and binary forms for lawful purposes and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both the copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that any documentation, advertising materials,and other materials related to such distribution and use acknowledge that the software was developed by the University of Oregon.The name of the University of Oregon may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THE UNIVERSITY OF OREGON DOES NOT MAKE ANY REPRESENTATIONS ABOUT THE SUITABILITY OF THIS SOFTWARE FOR ANY PURPOSE. THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES,INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE, AND NON-INFRINGEMENT.

IN NO EVENT SHALL UO, OR ANY OTHER CONTRIBUTOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, WHETHER IN CONTRACT,TORT, OR OTHER FORM OF ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH,THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Other copyrights might apply to parts of this software and are so noted when applicable.

Questions concerning this software should be directed to Kurt Windisch (kurtw@antc.uoregon.edu)

$Id: LICENSE,v 1.2 1998/05/29 21:58:19 kurtw Exp $

Part of this program has been derived from PIM sparse-mode pimd.
The pimd program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.pimd".

The pimd program is COPYRIGHT 1998 by University of Southern California.

Part of this program has been derived from mrouted.

The mrouted program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.mrouted".

The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

Copyright © 1998 by the University of Southern California.All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation in source and binary forms for lawful purposes and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both the copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that any documentation, advertising materials,and other materials related to such distribution and use acknowledge that the software was developed by the University of Southern California and/or Information Sciences Institute.
The name of the University of Southern California may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THE UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA DOES NOT MAKE ANY REPRESENTATIONS ABOUT THE SUITABILITY OF THIS SOFTWARE FOR ANY PURPOSE. THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES,INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE, AND NON-INFRINGEMENT.

IN NO EVENT SHALL USC, OR ANY OTHER CONTRIBUTOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, WHETHER IN CONTRACT,TORT, OR OTHER FORM OF ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH,THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Other copyrights might apply to parts of this software and are so noted when applicable.

Questions concerning this software should be directed to Pavlin Ivanov Radoslavov (pavlin@catarina.usc.edu)

$Id: LICENSE.pimd,v 1.1 1998/05/29 21:58:20 kurtw Exp $

Part of this program has been derived from mrouted.
The mrouted program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.mrouted".

The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

本製品には、RSA Data Security 社が著作権を有している MD5 Message-Digest Algorithm が含まれています。

本製品には、Eric Young 氏 (eay@cryptsoft.com) によって記述された暗号ソフトウェアが含まれています。

This package is an SSL implementation written by Eric Young (eay@cryptsoft.com).
The implementation was written so as to conform with Netscapes SSL.

本製品には、OpenSSL ツールキットを使用するために OpenSSL Project (http://www.OpenSSL.org/) によって開発されたソフトウェアが含まれています。

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software must display the following acknowledgment: "This product includes software developed by the OpenSSL Project
for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.OpenSSL.org/)"
4. The names "OpenSSL Toolkit" and "OpenSSL Project" must not be used to endorse or promote products derived from this software without prior written permission. For written permission, please contact licensing@OpenSSL.org.
5. Products derived from this software may not be called "OpenSSL" nor may "OpenSSL" appear in their names without prior written permission of the OpenSSL Project.
6. Redistributions of any form whatsoever must retain the following acknowledgment: "This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit (http://www.OpenSSL.org/)"

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE OpenSSL PROJECT ``AS IS'' AND ANY EXPRESSED OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE OpenSSL PROJECT OR ITS CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

本製品には、John Bicket氏、Sam Leffler氏およびErrno Consulting社によって記述された、以下の使用許諾に基づくソフトウェアが含まれています。

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer, without modification.
2. Redistributions in binary form must reproduce at minimum a disclaimer similar to the "NO WARRANTY" disclaimer below ("Disclaimer") and any redistribution must be conditioned upon including a substantially similar Disclaimer requirement for further binary redistribution.
3. Neither the names of the above-listed copyright holders nor the names of any contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

本製品には、Atsushi Onoe氏、Video54 Technologies社、Sam Leffler氏およびErrno Consulting社によって記述された、以下の使用許諾に基づくソフトウェアが含まれています。

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

本製品には、David Young氏によって記述された、以下の使用許諾に基づくソフトウェアが含まれています。

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of David Young may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

第1章
ネットワーク設計概念

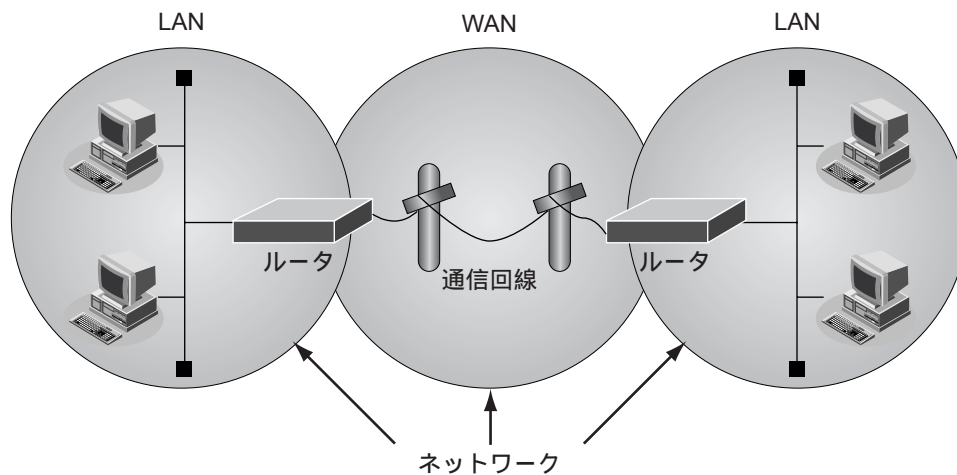
この章では、一般的なネットワークの設計概念について説明します。

1.1　ネットワーク設計概念

ここでは、本装置を利用してネットワークを設計する際に留意しなくてはならないネットワークの概念と、本装置のネットワーク定義の考え方について説明します。

1.1.1　ネットワークの概念とルーティング

ネットワークの考え方

ネットワークとは、通信手段を備えたコンピュータどうしがなんらかの伝送媒体を介して接続した集合体のことです。たとえば、構築された１つのLANは、HUBやスイッチなどの装置によって１つのネットワークとなります。一般加入線や専用回線などを利用して遠隔地を接続しているWANと呼ばれる部分についても、同様に１つのネットワークとなります。また、広義の意味で、これら１つ１つのネットワークが接続された全体もネットワークとなります。

IP ネットワーク

IP ネットワークでは、接続されるすべてのコンピュータ（ホスト）やルータなどのネットワーク機器にそれぞれ唯一な IP アドレスを割り当てる必要があります。この IP アドレスは「ネットワーク部」と「ホスト部」から構成されます。

クラスA **各ネットワークにホストが多く存在し、ネットワーク数が少ない場合**

0　8　16　24　31

0　**ネットワーク部**　**ホスト部**

プライベートアドレス: 10.0.0.0〜10.255.255.255

クラスB **ネットワーク、ホストともに多い場合**

0　8　16　24　31

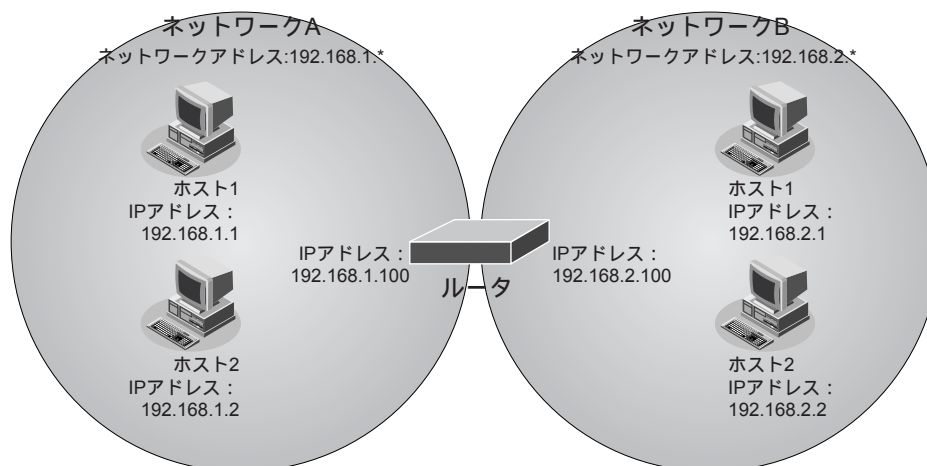
1　0　**ネットワーク部**　**ホスト部**

プライベートアドレス: 172.16.0.0〜172.31.255.255

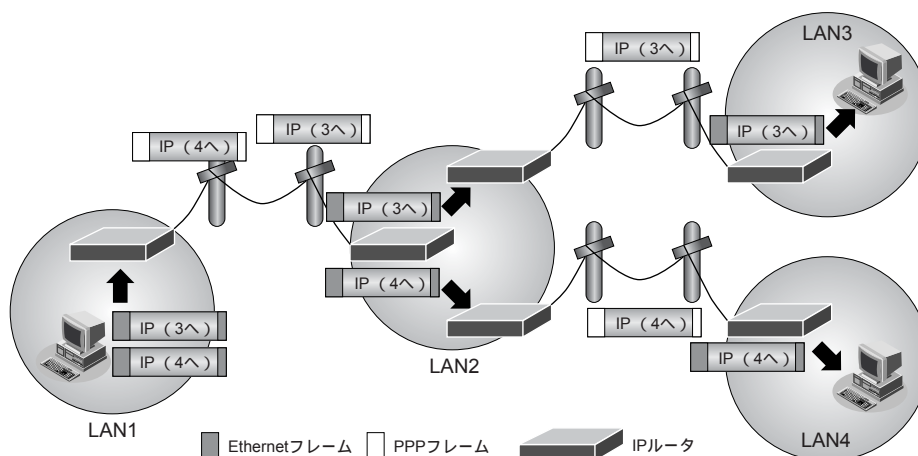
クラスC **ネットワークごとのホストが少なく、ネットワーク数が多い場合**

0　8　16　24　31

プライベートアドレス: 192.168.0.0〜192.168.255.255

IP ネットワークでの 1 つのネットワークとは、IP アドレスのネットワーク部が同じアドレスを持つ機器の集まりです。つまり、同じデータリンクに接続される機器にはすべて同じネットワークアドレスを設定しなければなりません。さらに、ほかのデータリンクとネットワークアドレスが重ならないように割り当てる必要があります。

以降、本書では、IP の同じネットワーク群のことを「ネットワーク」と言います。また、広義のネットワークについては「ネットワーク全体」と言います。

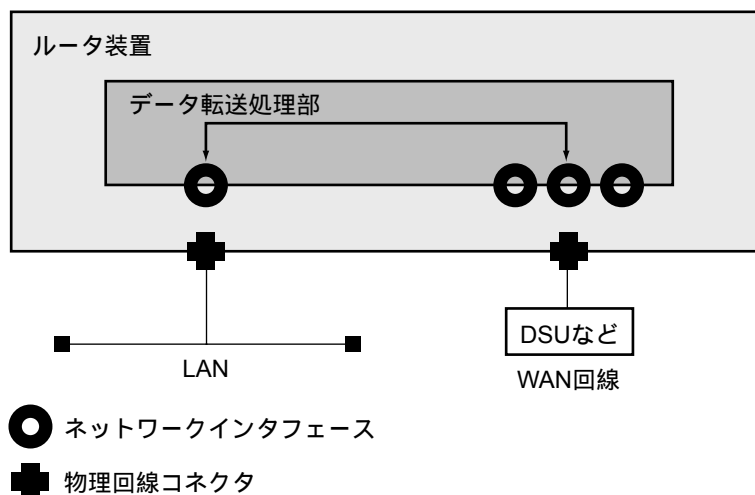
ネットワークとルータ

本装置は、ネットワークとネットワークを相互に接続するルータと呼ばれる装置です。ルータは、IPパケットと呼ばれる転送単位ごとにパケットに付加されているIPアドレスのネットワーク部の情報に従って通信します。ほかのネットワークあてのデータはデータを転送することにより、ネットワーク間での通信を実現しています。この動作をルーティング（経路制御）と言い、このときにどのネットワークがどこにあるのかを知るために必要な情報を経路情報と言います。ルータはあらかじめ作成された経路情報の集まりであるルーティングテーブル（経路制御表）によって動作します。ルーティングテーブルの作成方法には、2種類の方法があります。管理者があらかじめ装置ごとに設定しておくスタティックルーティングと、接続されているルータどうしで情報を交換しあって自動的に作成するダイナミックルーティングです。

なお、本装置ではIP以外のパケットを転送する機能であるブリッジについてもサポートしています。IPアドレスを持たないIP以外のパケットは、Ethernetフレームの情報に従って適切な相手にデータを転送することができます。

ネットワークインタフェースの概念

ルータがデータを送信または受信する場合は、論理的な出入り口が必要となります。

この出入り口をネットワークインタフェースと言い、すべてのデータの送受信はネットワークインタフェースを通じて行われます。

基本的には、ネットワークインタフェースは物理回線と1対1に対応します。ただし、PPP通信やトンネル通信などのように物理回線と等価に見える論理的な通信路もあるため、ネットワークインタフェースはパケット転送処理のための論理的な出入り口と考える必要があります。

ルーティングによる転送

ルーティングはネットワーク層プロトコルの情報によってデータの転送先を決定します。データ転送はパケットと呼ばれる通信単位ごとに転送先を選択し、転送先に対してデータを転送します。このとき、転送先を選択するための情報としてルーティングテーブル（経路制御表）を利用します。ルーティングテーブルとは「そのネットワークにデータを転送するためには、次にどの装置に対して転送したらよいか」を管理するテーブルです。ルーティングによる転送は、個々のパケットに含まれるあて先 IP アドレスを元に経路情報を検索し、その経路に従って送出先を決定します。決定される情報は、出口となるネットワークインタフェースと、経由すべき次装置のアドレス（これは存在しない場合もあります）となります。

例：192.168.2.1 あてのパケットを転送する場合

経路情報

あて先ネットワーク	次装置アドレス	出口インタフェース
192.168.1.0/24	–	lan0
192.168.2.0/24	192.168.1.2	lan0
:	:	:

この経路情報から、192.168.2.1 に到達するために出口となるネットワークインタフェースは lan0 であり、次装置は 192.168.1.2 であると判定されます。

この経路選択による出力先の選定は受信したデータに対してだけではなく、本装置が生成するデータについても同様に適用されます。つまり、経路情報が存在しないと装置からデータを送信することができません。このため、最低でも 1 つの経路情報を設定する必要があります。

ブリッジによる転送

もっとも簡単なブリッジによる転送の構造は、受信したデータをほかのすべてのネットワークインタフェースに対して送信するものです。しかし、これではトラフィックが膨大になるため、学習機能や制御プロトコルによって適切なネットワークインタフェースだけに転送することが一般的です。ルーティングと同じく、ここでもその出口ネットワークインタフェースの選定処理が行われます。

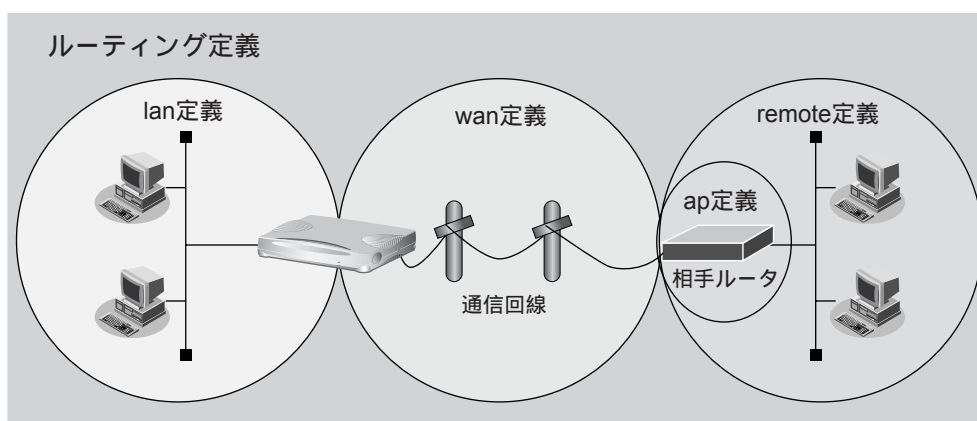
1.1.2　ルータ設定の概要

ネットワークと設定の関係

ルータに設定すべき情報としては、接続する回線に関する物理的な情報、接続するネットワークに関する論理的な情報、およびデータの振り分け条件である経路情報が必要となります。また、ほかに装置固有の情報や、付加的なサービスの設定を必要に応じて行います。

本装置では、これらの情報の設定に関して、大きく以下のように分類しています。

- lan 定義
  本装置に接続する LAN に関する論理的な情報を定義する命令群です。LAN のアドレスやネットワークの情報などを定義します。また、DHCP などの LAN に固有のサービスに関しても lan 定義によって定義します。
- remote 定義
  本装置が物理回線を通じて通信を行う相手に関する論理的なネットワーク情報を定義する命令群です。PPP に関する情報や相手ネットワークの接続先に関する情報などを定義します。
- template 定義
  本装置が remote 定義を使わずに、ひな形である template 定義と認証情報などの個別情報を持つ AAA 定義とを用いて、不特定多数の接続相手を受け付ける場合に定義します。
- acl 定義
  acl 定義を用いると、IP アドレス、プロトコル番号およびポート番号などのパケットパターンを一元管理できます。acl 定義は以下の各機能から参照して利用できます。
  - IP フィルタ（IPv4/IPv6）
  - MAC フィルタ
  - 帯域制御（WFQ）（IPv4/IPv6）（ブリッジ）
  - TOS/Traffic Class 書き換え（IPv4/IPv6）
  - 動的 VPN 機能（remote 定義）
- その他の定義
  装置固有の情報や付加サービスの情報を必要に応じて定義する命令群です。ネットワーク管理に関する情報や時刻情報などの定義があります。

各定義の分類と、実際のネットワークの対応を以下に示します。

ネットワークインタフェースの定義

データ転送時の出口となるネットワークインタフェースには、その特性や接続されている回線によっていくつかの種別があります。

以下に、ネットワークインタフェースの種別について説明します。

- lo
  ループバックインタフェース
  装置の内部プログラムで折り返し通信を行う場合に利用されます。外部から利用することはありません。
- lan
  Ethernet インタフェース
  Ethernet を利用して通信する場合に利用するネットワークインタフェースです。lan 定義によって設定されます。
- rmt
  設定済み相手用通信インタフェース
  PPPoE などの回線を利用して通信する場合、または IP トンネルや IPsec トンネルを利用して通信する場合に、定義された相手システムとの通信に利用されるネットワークインタフェースです。remote 定義によって設定されます。

これらのインタフェース種別にインタフェース番号を付与したものがネットワークインタフェース名となります。

例：lo0,lan0,lan1,rmt0,rmt1,...

lan および rmt のネットワークインタフェースはそれぞれ lan 定義、remote 定義によって設定されます。lan 定義、remote 定義の定義番号とネットワークインタフェースのインタフェース番号は 1 対 1 に対応します。lo は装置が自動設定するので、設定項目はありません。

経路情報の定義

経路情報は最終的に出口となるネットワークインタフェースを決定するために必要な情報を定義するものです。本装置では出口インタフェースに対応する定義内で経路情報を設定します。たとえば、lan0 から出力するための経路情報は lan0 内の定義に、rmt0 から出力するための経路情報は remote0 内の定義に分けて設定します。

高度な転送先選定定義

本来の IP ルーティングでの送信先選定のルールでは、出力先インタフェースまでしか選定されません。このため、通常の IP ルーティングでは、1 つの経路によって決定される接続先は 1 つしか利用することができません。しかし、本装置では相手ネットワークの定義である remote 定義の配下に、実際の接続先設定となる ap 定義を複数定義することができます。

これは、経路情報によって決定された出力先の remote 定義の範囲で、送信データ内のあて先 IP アドレス以外の情報を経路情報の代わりに利用して、さらに送信先を分別するマルチルーティングという機能を利用して実現しています。たとえば、インターネットと通信するためにはデフォルトルートという経路情報が必要ですが、1 つの remote 定義でデフォルトルートを設定した場合、ほかの remote 定義はデフォルトルートを設定できません。このため、通常の IP ルーティングの機構では、必要に応じて、remote 定義だけで ISP を切り替えるということはできません。本装置のマルチルーティングは、ルーティング機構では参照されない情報を利用して、決定された remote 定義の範囲内で、さらに細分化された送信先を選定します。

本装置のマルチルーティング機能については、以下を参照してください。

☛ 参照 「2.10 マルチルーティング（ポリシールーティング）機能」（P.47）

第2章　機能概要

この章では、本装置の主な機能の概要を説明します。

2.1　IPv6 機能

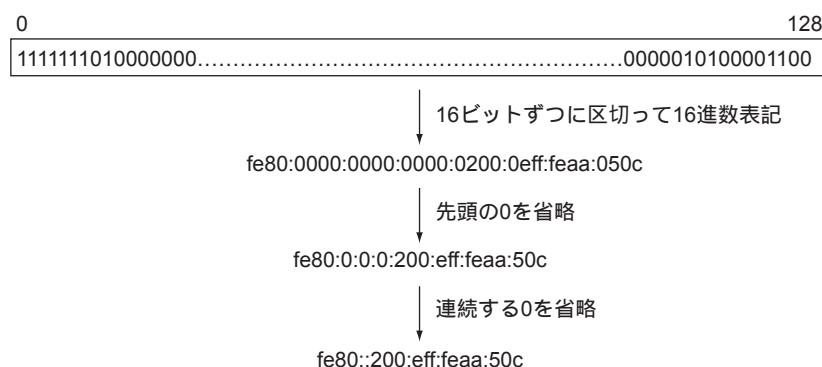
IPv6 とは、現在、主に利用されている IP（IPv4）を置き換えるための次世代インターネットプロトコルです。本装置では、IPv4 パケットだけでなく IPv6 パケットも転送することができます。

本装置がサポートしている IPv6 機能は、以下のとおりです。

- 静的または動的な経路設定
- Router Advertisement Message によるホストのアドレスの自動設定
- パケットフィルタリング
- IPv6 over IPv4 トンネル

IPv6 アドレスの表記方法

128 ビットの IPv6 アドレスを表記する場合は、そのアドレスを「:」（コロン）で 16 ビットずつに区切って、その内容を 16 進数で記述します。個々の 16 進数の値について先頭の 0 は省略することができます。連続して 0 が続く場合は、1 つの IPv6 アドレスの表記で 1 回限り「::」で省略することができます。

例を以下に示します。

IPv6 アドレス体系

IPv6 アドレスは、IPv4 アドレスがネットワーク部とホスト部に分離することができるように、プレフィックスとインタフェース ID に分離することができます。一般的には、プレフィックスのビット長（プレフィックス長）は 64 ビットで利用されます。

プレフィックス長を含めてアドレス表記をする場合は、プレフィックス長はアドレスの後ろに「/」で区切って付与します。

IPv6 で利用することができるアドレスは、IPv4 と同様に、先頭のビット数によって利用方法が決められています。本装置で利用できるアドレスは以下のようなものがあります。

- Global Unicast Addresses
  通常利用するアドレスです。一般的には、契約した ISP から割り当てられます。

- Link-Local Unicast Addresses（fe80::/64）
  link 内（ルータを介さないで通信できる範囲）だけで有効な特別なアドレスです。このアドレスは先頭の 10 ビットが 1111 1110 10 で始まります。通常は 11 ビット目から 64 ビット目まではすべて 0 となります。
- Multicast Addresses
  マルチキャストアドレスです。先頭の 8 ビットが 1111 1111 となります。

静的または動的な経路設定

IPv6 のネットワークとルーティングの概念は、IPv4 の場合とほぼ同じです。装置が持つ経路情報に従って転送先を決定します。この経路情報を装置に持たせる方法として、静的な経路設定（スタティックルーティング）と動的な経路設定（ダイナミックルーティング）があります。

スタティックルーティングとは、経路情報を構成定義として設定し、利用します。この経路情報は構成定義を変更しない限り変更されることはありません。

ダイナミックルーティングとは、ルーティングプロトコルを利用する通信によって、ネットワーク上のほかのノードから経路情報を学習して利用します。本装置では IPv6 ルーティングプロトコルとして RIP をサポートしています。

Router Advertisement Message によるホストのアドレスの自動設定

本装置では、Router Advertisement Message の機能をサポートしています。Router Advertisement Message には、そのネットワークで利用するプレフィックスの情報が含まれています。このメッセージを受信したホストは、その情報を利用して、自身の IPv6 アドレスを自動的に設定します。

パケットフィルタリング

本装置では、特定の IPv6 パケットの通過を許可／禁止するためのパケットフィルタリング機能があります。

IPv6 over IPv4 トンネル

IPv6 over IPv4 トンネルとは、IPv6 パケットを IPv4 パケットでカプセル化して通信する方法です。これにより、IPv4 だけを中継することができるルータ／ネットワークを経由して IPv6 通信を行うことができます。

IPv6 over IPv4 トンネルを利用する場合は、カプセル化された IPv4 パケットのフラグメントを防ぐため、トンネルに利用する相手情報の MTU に 1280 を設定してください。

こんな事に気をつけて

本装置では、ファームウェアの更新や SNMP での監視などの目的で IPv4 のアドレスを使用します。そのため、IPv4 のアドレスを設定しないで運用することはできません。IPv6 およびブリッジだけを使用しているネットワークで運用する場合でも、どれかのインタフェースに必ず IPv4 のアドレスを設定してください。

2.2 IP 経路制御機能

IP 経路情報は、ルーティングテーブルで管理され、IP パケットの転送先の判断に使用します。

IP 経路情報は、以下の機能で制御します。

- インタフェースの障害検出による経路制御機能
- スタティックルーティング機能
- ダイナミックルーティング機能

ここでは、IP 経路情報の種類、管理方法および IP 経路情報を制御する機能について説明します。

2.2.1 IP 経路情報の種類

IP 経路情報は、以下に示す情報で分類されます。

- インタフェース経路（IPv4）
  ネットワークインタフェース（lan、lo、rmt）に割り当てた IPv4 ネットワークまたは IPv4 アドレスを示します。lo と rmt に割り当てた IPv4 アドレスは、ホストルート（32 ビットネットワークマスク）として管理されます。また、rmt は、自側と相手側の 2 つのホストルートとして管理されます。
- インタフェース経路（IPv6）
  ネットワークインタフェース（lan、lo、rmt）に割り当てた IPv6 プレフィックスを示します。ループバックインタフェースに割り当てた IPv6 アドレスは、ホストルート（128 ビットネットワークマスク）として管理されます。
- スタティック経路（IPv4/IPv6）
  構成定義として設定し、装置に保持される経路情報を示します。
- RIP 経路（IPv4/IPv6）
  RIP で受信した経路情報を示します。
- BGP4 経路（IPv4）
  BGP4 で受信した経路情報を示します。
- OSPF 経路（IPv4）
  OSPF で受信したリンク情報をもとに作成する最短経路（ショートパス）を示します。
- DNS 経路（IPv4/IPv6）
  DNS サーバにより解決したホストルートを示します。
- IKE 経路（IPv4/IPv6）
  動的 VPN 接続で情報交換された相手 IKE セッションの経路情報を示します。
- DHCP 経路（IPv6）
  DHCPv6 サーバ機能を使用し、クライアントにプレフィックスを配布する場合、クライアント側ネットワークと通信するために自動生成する経路情報を示します。

各経路情報は、以下の優先度値が設定されています。

IP 経路情報	IP 版数	優先度値
インタフェース経路	IPv4/IPv6	0（固定）
スタティック経路	IPv4/IPv6	0（変更可）
RIP 経路	IPv4/IPv6	120（変更可）
BGP4 経路（EBGP）	IPv4	20（変更可）
BGP4 経路（IBGP）	IPv4	200（変更可）
OSPF 経路	IPv4	110（変更可）
DNS 経路	IPv4/IPv6	15（変更可）
IKE 経路	IPv4/IPv6	1（固定）
DHCP 経路	IPv4/IPv6	10（変更可）

2.2.2 IP 経路情報の管理

IP 経路情報は、ルーティングプロトコルの経路テーブルとルーティングテーブルで管理されます。
以下に、2 つのテーブルについて説明します。

ルーティングプロトコルの経路テーブル

ルーティングプロトコルでは、以下のテーブルで IP 経路情報を管理します。各テーブルには、最大エントリ数を規定しています。最大エントリ数を超えた IP 経路情報は破棄されます。

☛ 参照 仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.21）

- RIP（IPv4）テーブル
  RIP で使用する経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - RIP で受信した経路情報
  - RIP に再配布した経路情報

  インタフェース経路を除いた経路情報をエントリ数として管理します。
- RIP（IPv6）テーブル
  RIP で使用する経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - RIP で受信した経路情報
  - RIP に再配布した経路情報

  RIP 集約経路およびインタフェース経路を除いた経路情報をエントリ数として管理します。
- BGP4（IPv4）テーブル
  BGP4 で使用する IPv4 経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - EBGP/IBGP で受信した IPv4 経路情報
  - BGP に再配布した IPv4 経路情報

  BGP IPv4 ネットワーク経路および IPv4 集約機能で生成された経路を除いた経路情報をエントリ数として管理します。

- OSPF（IPv4）リンクステートデータベース（LSDB）
  OSPF で使用するリンク情報を保存するデータベースを示し、以下のものを含みます。
  - OSPF で受信した LSA 情報
  - OSPF に再配布した経路情報

  再配布した経路情報も LSA で管理され、LSA 数として最大保有数を規定します。

ルーティングテーブル

ルーティングテーブルは、IP 経路情報の中から選択した優先経路（ベストパス）で構成されます。また、ルーティングテーブルで管理する IP 経路情報の中で、インタフェース経路を除いたものをルーティングエントリ数として管理します。

ルーティングエントリは、装置ごとに最大エントリ数を規定し、最大エントリ数を超えた経路情報は破棄されます。

なお、IPv4 と IPv6 では別々に管理されます。

☛ 参照　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.21）

こんな事に気をつけて

ルーティングプロトコルの経路テーブルで、最大エントリ数を超えた経路情報は破棄され、エントリ数を超えたことを示すシステムログ情報が記録されます。このとき、装置の再起動を行わないと反映されないことがあります。必要な経路情報の有無を確認のうえ、装置の再起動などの対処を行ってください。
たとえば、スタティック経路を追加設定した際に経路テーブルオーバが発生した場合は、装置の再起動を行ってください。

2.2.3　インタフェースの障害検出による経路制御機能

インタフェースの障害検出（ハードウェアによる異常検出など）により、インタフェース経路情報をルーティングテーブルから削除することができます（インタフェース経路のフローティング機能）。このインタフェース経路の削除により、スタティックルーティング機能やダイナミックルーティング機能で作成される IP 経路情報（同じあて先の経路情報）への切り替えを行うことができます。インタフェース経路のフローティング機能が無効の場合、インタフェースの通信状態に関係なく、インタフェース経路はルーティングテーブルで常に有効な IP 経路情報と扱われます。

また、インタフェースの障害検出は、スタティックルーティング機能およびダイナミックルーティング機能で使用するインタフェースの異常として通知され、スタティックルーティング機能およびダイナミックルーティング機能の中で経路切り替えを行うことができます。

こんな事に気をつけて

本装置の初期設定では、インタフェース経路のフローティング機能は無効となっています。

2.2.4 スタティックルーティング機能

スタティック経路を使用し、以下の機能と組み合わせることにより、IP 経路情報を制御します。

また、優先度が同一値のスタティック経路を使用することにより、ECMP 機能で使用する IP 経路情報を作成できます。

☛ 参照 「2.21 ECMP 機能」（P.85）

- インタフェースの障害検出による経路制御機能
  インタフェースの障害検出により、該当インタフェースを出口とする優先度 1 以上のスタティック経路をルーティングテーブルから削除することができます。ただし、優先度 0 のスタティック経路を使用した場合は、インタフェースの障害に関係なく、常に有効な IP 経路情報として扱われ、ルーティングテーブルから削除されません。インタフェースの障害検出に連動して、優先度 0 のスタティック経路を削除する場合は、インタフェース経路のフローティング機能を有効に設定してください。
- 優先経路制御機能
  同じあて先の経路に対して、優先度（distance）によって、ルーティングテーブルに追加する IP 経路情報を選択することができます。優先度が小さいほど優先経路と扱われ、優先経路だけをルーティングテーブルに反映します。また、この優先経路が無効となった場合、次の優先経路に切り替えることができます。

こんな事に気をつけて

- **スタティック経路の設定で、優先度を省略時、優先度に 0 が設定されるため、優先経路として扱われます。**
- **ECMP 機能は、IPv4 のみ動作します。**

2.2.5　ダイナミックルーティング機能

ルーティングプロトコルが経路情報の送受信を行うことにより、IP 経路情報を制御します。

本装置は、以下のルーティングプロトコルをサポートしています。

- RIP（IPv4）
- RIP（IPv6）
- BGP（IPv4）
- OSPF（IPv4）

なお、OSPF（IPv4）では、ECMP 機能で使用する IP 経路情報を作成できます。

☛ 参照　「2.3 RIP 機能」（P.30）、「2.4 BGP4 機能」（P.32）、「2.5 OSPF 機能」（P.36）、「2.6 IPv6 RIP 機能」（P.38）、「2.21 ECMP 機能」（P.85）

また、以下の IP 経路制御機能をサポートしています。

- 経路再配布機能
  ルーティングテーブルに登録された IP 経路情報をルーティングプロトコルに取り込むことができます。本機能を使用することでルーティングプロトコルで受信した経路やスタティック経路などを異なるルーティングプロトコルで広報することができます。IPv4 経路情報から IPv6 経路情報、また、IPv6 経路情報から IPv4 経路情報への経路再配布はできません。
- インタフェースの障害検出による経路制御機能
  インタフェースの障害検出により、該当インタフェースを介して受信した経路情報をルーティングテーブルから削除できます。また、該当インタフェースを出口とする経路情報を再配布している場合、それらの経路情報が無効になったことを即座に広報することができます。
- 優先経路制御機能
  同じあて先の経路に対して、優先度（distance）によって経路を選択することができます。優先度が小さいほど優先経路として扱われ、優先経路だけをルーティングテーブルに反映します。また、この優先経路が無効となった場合、次の優先経路に切り替えることができます。IPv4 経路情報と IPv6 経路情報との間で、優先経路制御はできません。
- 経路フィルタリング機能
  RIP（IPv4/IPv6）と BGP4（IPv4）では、送受信する IP 経路情報に対してフィルタリングすることができます。
- 再配布フィルタリング
  RIP（IPv4/IPv6）、OSPF（IPv4）および BGP4（IPv4）に取り込む IP 経路情報に対してフィルタリングすることができます。このフィルタリングは、条件に一致した場合の動作として、“透過”または“遮断”を指定することができます。

⚠注意

ダイナミックルーティングで、rmt 側のホストルート（インタフェース経路）を広報する設定を行ったとき、経路情報の交換が正しく行われず、接続できない場合があります。特に、IP-VPN 網などに接続する場合は、接続・切断を繰り返すことがあります。このような環境では、インタフェース経路を広報しない設定を行うか、または rmt 側のホストルートに対し、経路フィルタリングを使用してください。

こんな事に気をつけて

- **IPv4 セカンダリアドレスが属するネットワーク上では、ルーティングプロトコルによる経路交換を行うことはできません。**
- **ダイナミックルーティングで利用するインタフェースは RIPv1/v2 を除き、IP アドレスを設定する必要があります。**

2.3　RIP 機能

RIP（Routing Information Protocol）は、ルータ間で使用するダイナミックルーティングプロトコルです。RIP プロトコルを使用するルータ間で経路情報の交換を行い、パケットを転送する経路を制御します。各ルータは、あて先のネットワークに到達するために、いくつのルータを経由する（ホップ数）かという情報を保持します。また、該当するあて先に対してホップ数が一番少ない経路を使用してパケットを転送するという動作を行います。

RIP 機能を使用した場合、直接接続しているネットワークの各ルータに対して、定期的に自装置が保持している経路情報を広報します。起動直後は直接接続しているインタフェースの経路情報だけを広報しますが、ほかのルータから経路情報の通知を受けると、以降はその経路情報も合わせて広報するようになります。

本装置では定期的に経路情報を広報する時間間隔にゆらぎを持たせています。ルータが一斉に立ち上がった場合に、同じ時間間隔で経路情報を広報するとタイミングが集中し、ネットワークのトラフィックが圧迫されるためです。ゆらぎがあるとこのような事態を避けることができます。

初期値では、定期広報タイマ設定値の 50 ～ 150% の範囲でゆらぎます。このゆらぎの範囲は設定することができます。

RIP プロトコルを使用する場合は、ホップ数は 15 までに制限されます。そのため、この数を超えるような大規模なネットワークは構築することができません。また、短い間隔（初期値では 30 秒）ですべての経路情報を再広報するため、ネットワークが大規模になるほど広報処理によってネットワークのトラフィックが圧迫されます。したがって、RIP 機能は小規模なネットワークを構築する場合に使用してください。

本装置でサポートする RIP 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1058：Routing Information Protocol （RIP）
- RFC2453：RIP Version 2

本装置でサポートする RIP 機能

項目	サポート内容
RIP バージョン	バージョン 1、バージョン 2
unnumbered インタフェース	サポート
トリガードアップデート	サポート
スプリットホライズン	サポート（シンプルのみ）
認証	テキスト認証をサポート
RIP タイマ設定	以下のタイマ変更をサポート ・定期広報タイマ ・有効期限タイマ ・ガーベージタイマ
RIP への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（ループバックインタフェースアドレスを含む） ・スタティック経路情報 ・BGP 経路情報 ・OSPF 経路情報 ・DNS 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
RIP 経路の他プロトコルへの広報	BGP、OSPF での広報をサポート
マルチパス	同じあて先への経路情報最大 2 エントリまでの保持をサポート
フィルタリング	以下をサポート ・経路情報単位での透過／遮断／メトリックの変更 ・特定の隣接ルータからの経路情報の透過／遮断
再配布フィルタリング	経路情報単位での透過／遮断をサポート

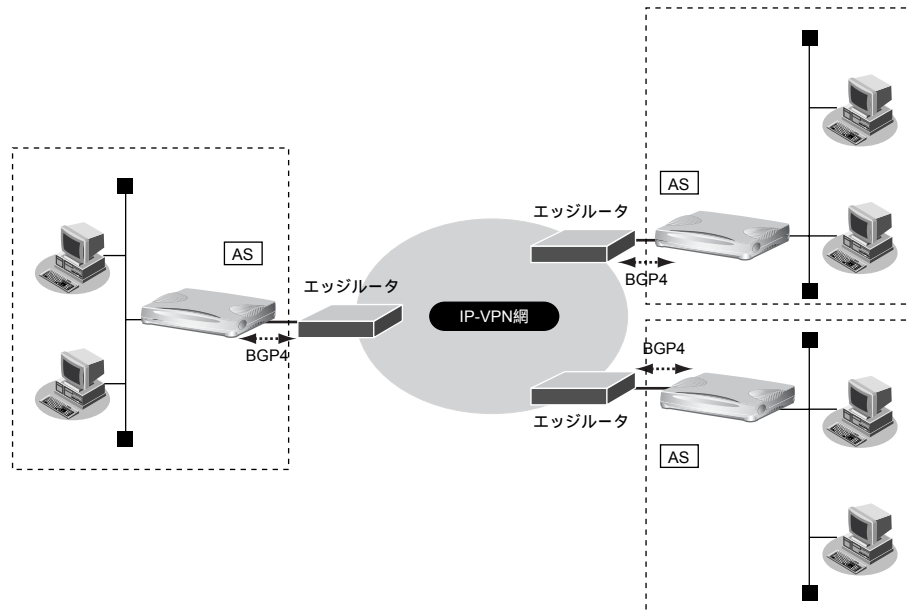
⚠注意

RIP 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では RIP 機能は使用しないでください。

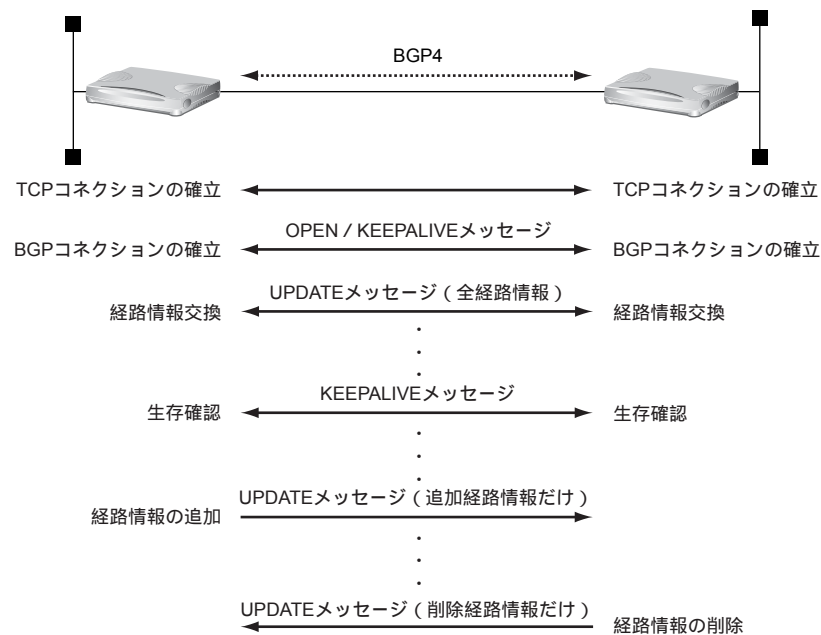
こんな事に気をつけて

- remote インタフェースで RIP 機能を使用した場合、自側と相手側に割り当てられた IP アドレスを、ホスト経路として広報します。
- 本装置の初期設定では、インタフェース経路とスタティック経路を RIP 機能を使用して広報します。RIP 機能は定期的に保有するすべての経路情報を広報します。このため、大量のインタフェースが設定されていると、RIP は定期的に大量の RIP 広報パケットを送信し、通信トラフィックを圧迫する場合があります。インタフェース経路やスタティック経路が RIP で広報不要な場合は、インタフェース経路とスタティック経路の RIP への再配布を行わない設定に変更してください。なお、RIP 機能を使用するインタフェースに関しては、再配布の設定に関係なく必ず RIP で広報します。
- RIPv2 の経路集約は未サポートです。

2.4　BGP4機能

BGP4（Border Gateway Protocol version4）機能とは、AS（自律システム：同じポリシーに従って運用されているネットワークの単位）間で経路情報を交換するためのルーティングプロトコル機能です。BGP4 機能は、IP-VPN サービスで、信頼性の高いネットワーク構成を構築するために必要な機能です。

BGP4 のセッションには、EBGP（External BGP）と IBGP（Internal BGP）の 2 種類があります。

EBGP は AS 間で使用する BGP セッションで、IBGP は同じ AS 内で使用する BGP セッションです。

BGP4 は、TCP コネクションを確立し、TCP コネクション上に BGP コネクションを構築します。BGP コネクションは OPEN ／ KEEPALIVE メッセージを交換することにより確立します。BGP コネクションが確立すると、お互いの装置がすべての経路情報を UPDATE メッセージで交換し合います。そのあとで、経路情報に変更がない場合は、定期的に KEEPALIVE パケットで生存確認を行います。経路情報に追加がある場合は、UPDATE パケットで追加された経路情報だけを広報します。経路情報の削除がある場合は、UPDATE パケットで削除された経路情報だけを広報します。

同じあて先への経路情報が複数ある場合、以下の順番で優先経路を選択します。

（1） 優先度（distance）のもっとも小さい（優先度の高い）経路を選択します。

（2） LOCAL_PREF 属性のもっとも大きい（優先度の高い）経路を選択します。

（3） AS_PATH の AS 数がもっとも短い経路を選択します。

（4） ORIGIN 属性の値で、IGP、EGP、Incompleteの順で選択します。

（5） MED 属性のもっとも小さい経路を選択します。

（6） EBGP で受信した経路と IBGP で受信した経路では、EBGP で受信した経路を選択します。

（7） BGP-ID のもっとも小さいBGP 相手装置から受信した経路を選択します。

（8） 相手 IP アドレスのもっとも小さいBGP 相手装置から受信した経路を選択します。

こんな事に気をつけて

BGP の優先度は工場出荷時に EBGP（20）と IBGP（200）が設定されています。このため、EBGP と IBGP で同じあて先への経路情報を受信した場合は、LOCAL_PREF 属性の値にかかわらず EBGP で受信した経路情報が優先されます。LOCAL_PREF 属性による優先経路選択を行う場合は、EBGP と IBGP の優先度に同じ値を設定してください。

本装置でサポートしている BGP4 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1771：A Border Gateway Protocol 4（BGP-4）
- RFC2385：Protection of BGP Sessions via the TCP MD5 Signature Option
- RFC2842：Capabilities Advertisement with BGP-4
- RFC4893：BGP Support for Four-octet AS Number Space
- RFC4724：Graceful Restart Mechanism for BGP

本装置でサポートする BGP 機能

項目	サポート内容
BGP バージョン	バージョン 4 をサポート
BGP セッション	IPv4 セッションをサポート セッションごとに以下をサポート ・EBGP 接続（マルチホップ接続を含む） ・IBGP 接続
アドレスファミリ	IPv4 セッションでは、以下のアドレスファミリをサポート ・IPv4 Unicast
認証	IPv4 セッションでの MD5 認証をサポート
ルートリフレッシュ	IPv4 セッションごとに送信／受信が可能
グレースフルリスタート	IPv4 セッションで以下をサポート ・レシーブルータ機能だけをサポート ・stale タイマの設定が可能
BGP への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（IPv4） ・ループバックアドレス（IPv4） ・スタティック経路情報（IPv4） ・RIP 経路情報（IPv4） ・OSPF 経路情報（IPv4） ・DNS 経路情報（IPv4） 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
BGP 経路の他プロトコルへの広報	IPv4 BGP 経路は、RIP（IPv4）、OSPF（IPv4）での広報をサポート
フィルタリング	IPv4 セッションごとに以下をサポート ・経路情報単位での透過／遮断 ・特定 AS からの経路情報の透過／遮断 ・経路情報単位での属性設定（MED メトリック値、AS パスプリペンド、 ローカル優先度）
再配布フィルタリング	IPv4 経路ごとに以下をサポート ・経路情報単位での透過／遮断
経路集約	IPv4 経路ごとの経路集約をサポート

⚠注意

- **BGP4 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、BGP4 機能を使用しないでください。**
- **BGP セッションで使用する rmt インタフェースのインタフェース経路（ホストルート）を BGP で広報した場合、BGP セッションの接続・切断を繰り返す場合があります。該当するインタフェース経路は BGP で広報しないように設定してください。該当しないインタフェース経路を BGP で広報する場合は、以下のどちらかを設定してください。**
  - **BGP にインタフェース経路を再配布しないで、広報するインタフェース経路を BGP ネットワークとして設定します。**
  - **BGP にインタフェース経路を再配布し、該当するインタフェース経路を BGP フィルタリングで送信を破棄するように設定します。**

こんな事に気をつけて

- **NAT 機能と併用することはできません。**
- **BGP を使用するインタフェースには、IP アドレスを設定する必要があります。**

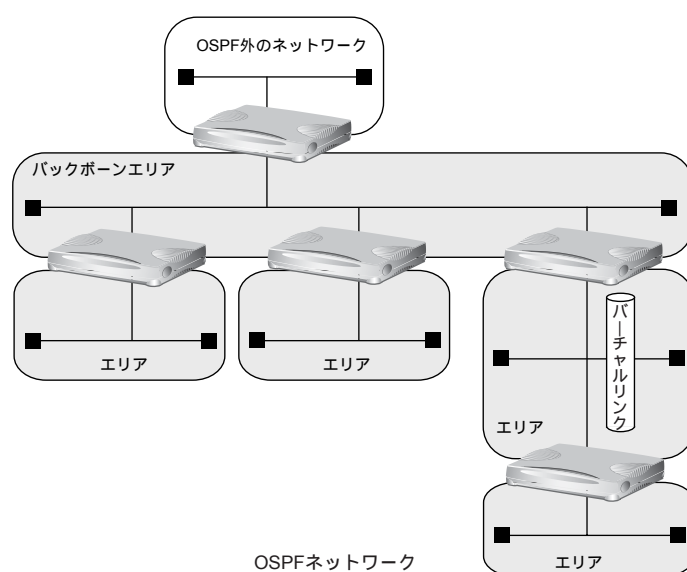
☛ 参照 コマンド設定事例集「2.5 BGP の経路を制御する（IPv4）」（P.78）
Web 設定事例集「2.5 BGP の経路を制御する（IPv4）」（P.162）

2.5　OSPF 機能

OSPF（Open Shortest Path Fast）は、大規模ネットワークに適したルーティングプロトコルです。

OSPF はリンクステート方式を使用して、各ルータが自装置に接続されているリンクの状態やコストなどの情報をLSA（Link State Advertisement）として広報します。また、各ルータは、受信したLSA でネットワーク構成の情報を持つLSDB（Link State Data Base）を作成することにより最適な経路を決定します。

OSPF では、ネットワーク全体をエリアという単位で分割して管理します。OSPF ネットワークは、1 つのバックボーンエリアとその他のエリアから構成されます。バックボーンエリアにその他のエリアを接続し、各エリア間のLSA の交換は、バックボーンエリアを経由して行われます。ただし、バックボーンエリアに直接接続できないエリアは、バーチャルリンクを使用することにより、ほかのエリアを経由して、バックボーンエリアに仮想的に接続することができます。

OSPF ネットワークは、OSPF 以外の経路情報を取り入れることができます。また、スタブエリア、準スタブエリアを設定して、OSPF 以外の経路情報数を削減することができます。

OSPF を使用するルータは、運用により以下のルータとして動作します。

- エリア境界ルータ（Area Border Router）
  エリア間に設置されたルータです。エリア間でのLSA の交換を行います。エリア内のLSA は集約して広報することができます。
- AS 境界ルータ（AS Border Router）
  OSPF 以外の経路情報をエリア内に取り入れるルータです。OSPF 以外の経路情報をLSA に変換し、エリア内に広報します。OSPF 以外の経路情報を集約して広報することや、デフォルトルートを広報することができます。
- 内部ルータ（Internal Router）
  エリア内のルータです。自装置のOSPF を使用するインタフェースやコストの情報を広報します。
  マルチアクセスネットワーク（ポイント・ツー・ポイント以外のネットワーク）では、内部ルータを指定ルータ（Designated Router）として動作させる必要があります。指定ルータは、ほかのルータの代表としてLSA の交換を行います。また、指定ルータのバックアップとして副指定ルータを動作させておくことができます。
- バックボーンルータ（Backbone Router）
  バックボーンエリアのルータです。機能は内部ルータと同じです。

本装置でサポートしている OSPF 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1587：The OSPF NSSA Option
- RFC2328：OSPF Version 2

本装置でサポートする OSPF 機能

項目	サポート内容
OSPF バージョン	バージョン 2 をサポート
ルータ種別	バックボーンルータ、エリア境界ルータ、AS 境界ルータ、内部ルータをサポート
エリアタイプ	スタブエリア、準スタブエリアをサポート
バーチャルリンク	サポート
エリア境界ルータでの経路集約	サポート
AS 境界ルータでの経路集約	サポート
AS 境界ルータでのデフォルトルート広報	サポート（NSSA 内部の AS 境界ルータを除く）
Passive-Interface	サポート
認証	テキスト認証、MD5 認証をサポート
OSPF への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（ループバックインタフェースアドレスを含む） ・スタティック経路情報 ・RIP 経路情報 ・BGP 経路情報 ・DNS 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
OSPF 経路の他プロトコルへの広報	BGP、RIP での広報をサポート
ECMP 機能	サポート
再配布フィルタリング	以下のフィルタリングをサポート ・AS 境界ルータでの AS 外部経路に対する経路情報単位の透過／遮断 ・透過経路のメトリック値／メトリックタイプの変更
サマリ LSA 入出力可否	エリア境界ルータで、サマリ LSA の入出力時の透過／破棄を指定可能

⚠注意

OSPF 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、OSPF 機能は使用しないでください。

こんな事に気をつけて

- OSPF 機能は IPv4 の場合に利用できます。IPv6 では使用できません。
- NAT 機能と併用することはできません。
- OSPF 使用のインタフェース（ループバックインタフェース含む）が 426 より多いルータとは隣接関係を構築できません。
- OSPF を使用できるインタフェースには上限があります。OSPF を使用するインタフェースの合計が本装置の上限を超えないように設定する必要があります。

2.6　IPv6 RIP 機能

IPv6 RIP（Routing Information Protocol）機能は、ダイナミックルーティングプロトコルの 1 つで、インテリアゲートウェイプロトコルとして、自律システム内での IPv6 経路情報を隣接ルータと交換する機能です。

本機能では、経路情報ごとにあて先へ到達するためのルータ経由数（ホップ数）をメトリックとして管理します。メトリックは、同じあて先への経路情報が複数ある場合に、どの経路情報を使用するかの判断で使用され、もっとも小さいメトリックの経路情報が使用されます。有効なメトリックの最大は 15 です。このため、15 台以上のルータを経由するような大規模ネットワークでは、IPv6 RIP 機能を使用できません。

本機能では、RIP テーブルに登録されている経路情報を定期的に広報します。定期的な広報は、定期広報タイマ 30 秒に± 50% のゆらぎを加えた時間ごとに行われます。隣接ルータから受信した経路情報は、有効期限タイマ 180 秒の間、有効な経路情報として扱われ、ほかのネットワークにも広報されます。有効期限を過ぎた経路情報は、ガーベージ状態となり無効な経路情報として扱われ、ガーベージタイマ 120 秒の間、ほかのネットワークに無効を示すメトリック 16 の値で広報されます。

本装置でサポートしている IPv6 RIP 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC2080 : RIPng for IPv6

本装置でサポートする IPv6 RIP 機能

項目	サポート内容
RIP バージョン	バージョン 1 をサポート
トリガードアップデート	サポート
スプリットホライズン	サポート（シンプルのみ）
RIP タイマ変更	以下のタイマ変更をサポート ・定期広報タイマ ・有効期限タイマ ・ガーベージタイマ 定期広報で使用するゆらぎ幅は変更できません。
RIP への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（ループバックインタフェースアドレスを含む） ・スタティック経路情報 ・DNS 経路情報 ・DHCP 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
マルチパス	同じあて先への経路情報最大 2 エントリまでの保持をサポート
フィルタリング	以下のフィルタリングをサポート ・RIP 経路情報ごとの透過／遮断 ・透過となった経路情報のメトリックの変更
再配布フィルタリング	再配布経路情報ごとの透過／遮断をサポート
経路集約広報	サポート

⚠注意

IPv6 RIP 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、IPv6 RIP 機能を使用しないでください。

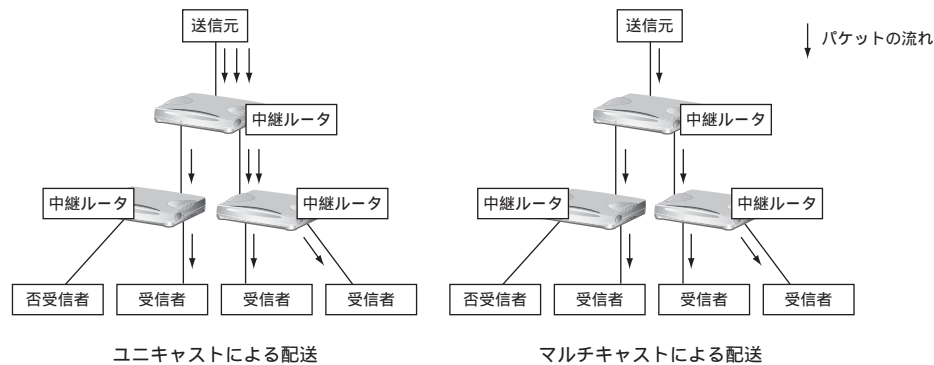
こんな事に気をつけて

本装置の初期設定では、インタフェース経路とスタティック経路を RIP 機能を使用して広報します。RIP 機能は保持するすべての経路情報を定期的に広報します。このため、大量のインタフェースが設定されると、RIP は定期的に大量の RIP 広報パケットを送信し、通信トラフィックを圧迫する場合があります。インタフェース経路やスタティック経路が RIP で広報不要な場合は、再配布を行わない設定に変更してください。なお、RIP 機能を使用するインタフェースに関しては、再配布の設定に関係なく、必ず RIP で広報します。

2.7　マルチキャスト機能

マルチキャスト機能とは、異なるネットワーク上に複数の受信者がいる場合に、動画や音声データなどを効率よく配送することができる機能です。

配送される受信者が存在するインタフェースにだけパケットを複製して転送することで、通常のユニキャストによるパケットの配送に比べて、ネットワークのトラフィックを削減することができます。

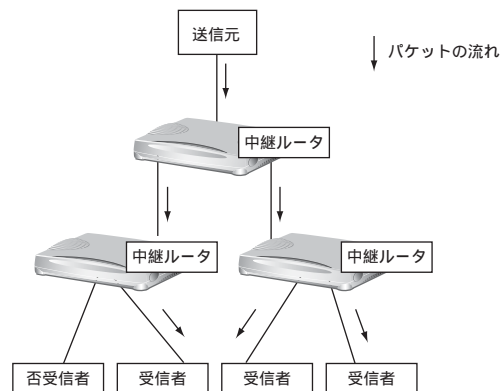
以下の図のように、ユニキャストによる配送では、送信元から受信者の数だけパケットが送出されるため、送信元のトラフィックが受信者数に比例して増大してしまいます。マルチキャストによる配送では、１つのパケットを必要な数だけ中継ルータでコピーして配送するため、ネットワークの負荷を軽減できます。

本装置には、マルチキャスト機能を動作させるマルチキャストルーティングプロトコルとして、以下の２種類のプロトコルがあります。

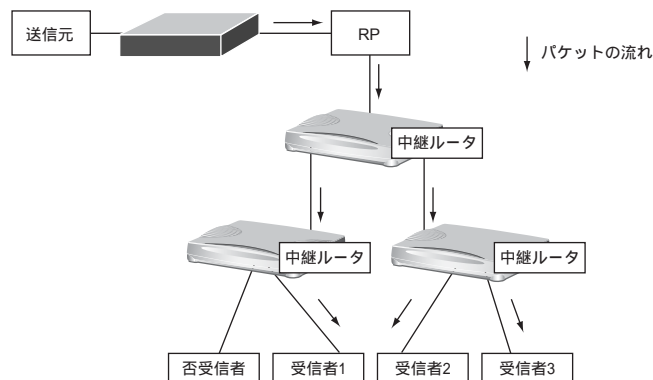
- PIM-DM
- PIM-SM

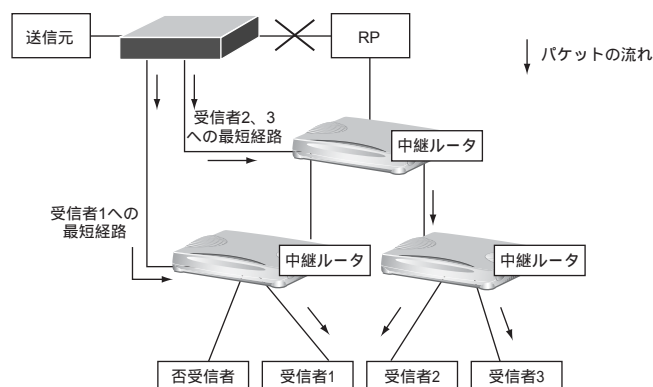
また、本装置では、ルーティングプロトコルは使用しないで、スタティックにマルチキャスト経路を設定することもできます。

以下に、それぞれのルーティングプロトコルについて説明します。

2.7.1　PIM-DM

PIM-DM は、会社の LAN など、十分な帯域と信頼性のあるネットワーク上で利用するプロトコルです。パケットの配送は、送信元が配送樹の頂点となります。

2.7.2　PIM-SM

PIM-SM は、インターネットなど、十分な帯域を保証されないネットワーク上で利用するプロトコルです。パケットは、送信元から RP（ランデブーポイント）に一度送られ、RP が配送樹の頂点となります。

RP の情報は、BSR（ブートストラップ・ルータ）によって広報されます。PIM-SM を利用する場合、ネットワーク上で 1 つ以上の RP と BSR を動作させる必要があります。

マルチキャスト・パケットは、最初は RP を経由して転送されますが、その後最短経路（SPT：Shortest Path Tree）を経由して転送する経路に切り替わります。

こんな事に気をつけて

- マルチキャスト機能での配送は信頼性を持たないため、パケットの消失や重複などが起こる可能性があります。これらの信頼性の確保は、アプリケーション側での責任になります。
- マルチキャストを利用する場合は、隣接するすべてのルータ上でマルチキャスト機能を有効にしておく必要があります。
- 隣接するすべてのルータ上で、同じプロトコルを選択する必要があります（本装置では PIM-DM と PIM-SM は併用できません）。
- マルチキャストをスタティック経路で転送する場合は、PIM-DM、PIM-SM を併用することはできません。
- PIM-DM、PIM-SM は、動作する際、ユニキャストのルーティングテーブルを参照するため、ユニキャストの経路を正しく設定してください。このとき、RIP や OSPF などのユニキャスト・ルーティングプロトコルと併用することができます。
- マルチキャスト・プロトコルに PIM-SM を利用する場合、ネットワーク上で 1 つ以上の RP と BSR を動作させる必要があります。RP または BSR が消失した場合、既存の通信を含め、通信できなくなります。これを防止するためには、RP および BSR を複数動作させます。
- マルチキャスト機能は、マルチ NAT 機能と併用することができません。
- IP アドレスが設定されていないインタフェースではマルチキャスト機能を使用することはできません。また、リモートインタフェース上でマルチキャスト機能を動作させる場合は、自側 IP アドレスと相手側 IP アドレスの両方を正しく設定する必要があります。
- 本装置で実装されている PIM-SM のバージョンは PIM-SMv2 です。PIM-SMv1 の装置との接続は保証されません。
- PIM-SM では、送信元と RP の間を PIM Register パケットによって通信します。
  PIM Register パケットのチェックサムの計算範囲は、RFC2362 ではヘッダ部だけで計算するように定義されていますが、一部のルータはパケット全体で計算します。このようなルータが RP を行う場合は、チェックサムの計算範囲を「パケット全体」に変更する必要があります。本装置は PIM Register パケットの受信時には、ヘッダ部（RC2362 準拠）とパケット全体の 2 つの方法で計算するため、本装置が RP を行う場合は、どちらの計算方法のパケットを受信しても問題はありません。
- 転送経路を SPT に切り替える場合は、一時的に複数のマルチキャスト・ルーティングテーブルを作成します。このため、マルチキャスト・ルーティングテーブルの上限数の通信ができなくなる可能性があります。
- SPT への切り替えは、パケットの転送開始直後に行われます。パケット受信者の直前のルータで SPT 切り替えを無効に設定することによって、SPT への切り替えを無効にすることができます。
- インタフェースごとにパケットの TTL（Time To Live）しきい値を設定することによって、特定の TTL のパケットを遮断することができます。
- マルチキャスト・パケットは、パケット送信者側のルータと RP 間を PIM Register パケットによってカプセル化され、ユニキャスト転送されます。このとき、トンネル用の仮想的なインタフェースとして、register インタフェースを使用します。register インタフェースには通常のマルチキャスト・インタフェースの設定は適用されません。このため、PIM Register によってカプセル化されたパケットには、インタフェースの TTL しきい値の設定は適用されません。
- パケット送信者側のルータと RP 間は、転送開始時に PIM Register によってカプセル化され、ユニキャスト通信されますが、転送開始直後にはマルチキャスト・パケットによる通信に切り替わります。

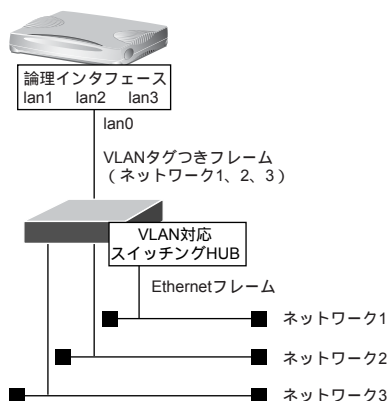
☛ 参照　コマンド設定事例集「2.6 マルチキャスト機能を使う」（P.83）
Web 設定事例集「2.6 マルチキャスト機能を使う」（P.171）

2.8 VLAN 機能

VLAN（Virtual LAN）機能とは、1 つの LAN インタフェース上に複数の LAN セグメントを仮想的に構築する機能です。

VLAN 機能を利用することで、論理的に LAN インタフェースを管理することができ、物理的なポートの数以上に、論理的な LAN セグメントを構築することができます。

VLAN 機能には、VLAN タグ付きフレームを使用します。通常の Ethernet フレームに 4 バイトのヘッダ情報を付加することで、VLAN インタフェースを識別することができます。

以下に、VLAN の基本動作について説明します。

VLAN 対応機器どうしで VLAN インタフェース間の通信を行う場合は、Ethernet フレームの送信時に VLAN タグをフレームに付加して送出します。VLAN タグには、VLAN ID が格納されています。受信側では VLAN タグ中の VLAN ID を見て、フレームを受けとるインタフェースを決定します。

本装置では、VLAN インタフェースを設定して、VLAN 間のルーティングも可能です。

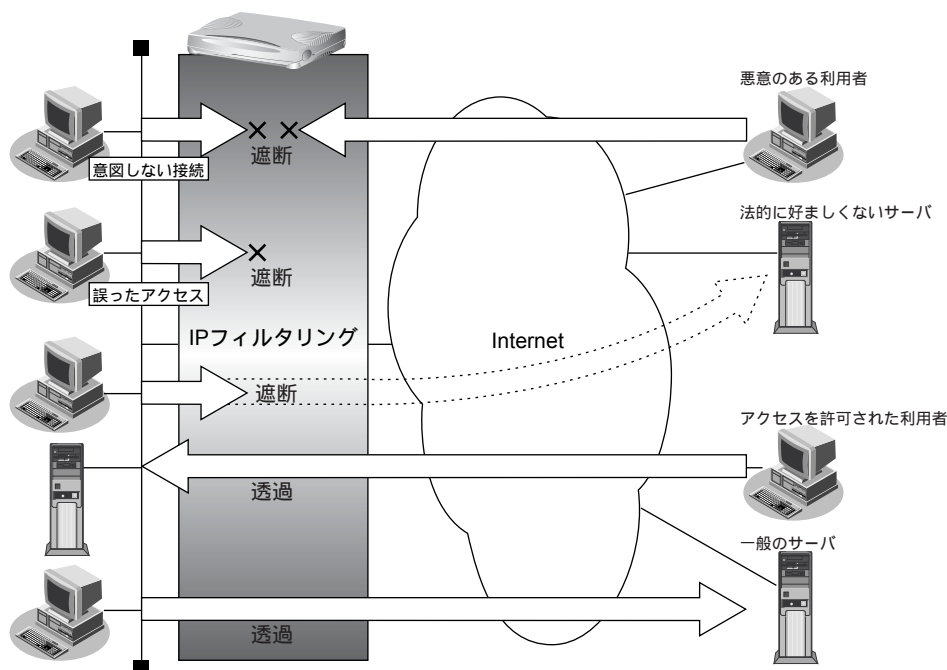
こんな事に気をつけて

- **VLAN の物理インタフェースに、VLAN インタフェースを使用することはできません。**
- **同じ物理インタフェースを使用する複数の VLAN インタフェース上で、重複する VLAN ID を使用することはできません。**
- **本装置の VLAN 機能は、VLAN タグの有無や VLAN ID の違いによって、1 つの物理ポートを論理的に複数の LAN セグメントに分割することができます。本装置の VLAN 機能を利用する場合は、それぞれの論理 LAN セグメントが明確に分割されているかどうか、十分に確認してください。正しく分割されていない場合は、正常に通信できない場合があります。**

☛ 参照　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.21）
コマンド設定事例集「2.7 VLAN 機能を使う」（P.96）
Web 設定事例集「2.7 VLAN 機能を使う」（P.184）

2.9　IP フィルタリング機能

本装置は、IP フィルタリング機能やパスワードの設定などを使って、ネットワークのセキュリティを向上させることができます。

IP フィルタリング機能とは、本装置を経由してインターネットに送出されるパケット、またはインターネットから受信したパケットを IP アドレスとポート番号の組み合わせで制御することによって、ネットワークのセキュリティを向上させたり、回線への超過課金を防止することができます。

ネットワークのセキュリティを向上させるには、以下の要素について考える必要があります。

- ネットワークのセキュリティ方針
- ルータ以外の要素（ファイアウォール、ユーザ認証など）

こんな事に気をつけて

- **ProxyDNS を設定している場合、ProxyDNS に対しての IP フィルタリングを設定しても効果はありません。**
- **本装置などのルータでは、コンピュータウィルスの感染を防ぐことはできません。パソコン側でウィルス対策ソフトを使用するなど、別の手段が必要です。**

 NAT 機能にも、セキュリティを向上させる効果があります。

接続形態に応じてセキュリティ方針を決める

インターネットに接続する場合でも LAN どうしを接続する場合でも、データの流れには「外部から内部へ」、「内部から外部へ」という 2 つの方向があります。セキュリティ方針を決める場合は、2 つの方向について考慮する必要があります。

●「外部から内部へ」流れるデータに対するセキュリティ方針の例

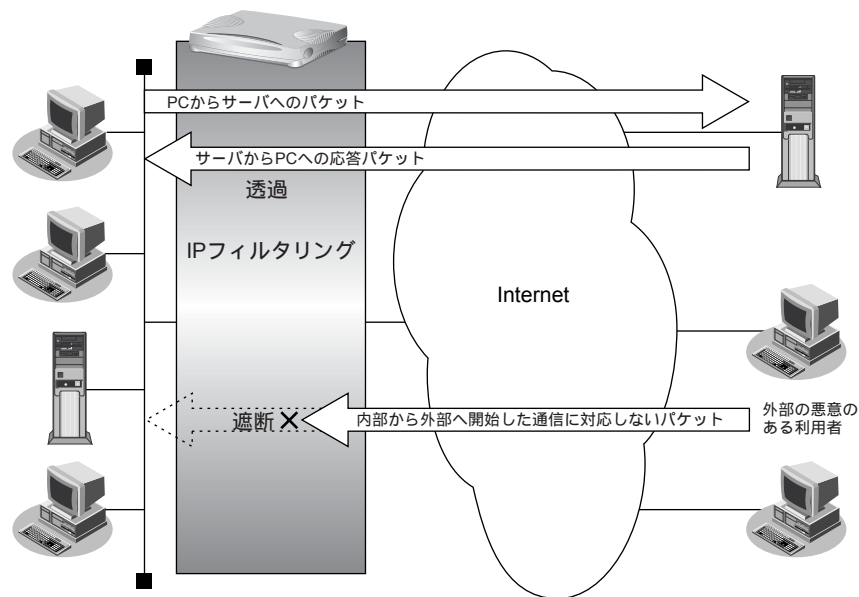
- インターネット（ネットワーク型接続）の場合
  特定のパケットを受け取らないようにする
- インターネットの場合
  非公開ホストへのアクセスを拒否する
- LAN どうしを接続する場合
  内部ユーザによる不要なアクセスを防ぐ

●「内部から外部へ」流れるデータに対するセキュリティ方針の例

- インターネットの場合
  法的に問題のあるサイトなどへのアクセスを制限する
- LAN どうしを接続する場合
  内部ユーザによる不要なアクセスを防ぐ

補足　IP フィルタリングは、「外部から内部へ」流れるデータと「内部から外部へ」流れるデータに対して機能します。内部にあるパソコン間のデータ（LAN 内のデータ）に対しては機能しません。

2.9.1　動的フィルタリング（SPI）

SPI は内部から外部へ通信を開始すると、これに対応するフィルタリングルールを自動的に作成し、外部からの応答パケットを透過させます。また、フィルタリングルールに対応しない外部から内部への通信を開始したパケットを遮断することができます。

補足　ブロードキャストアドレスやマルチキャストアドレスあてに SPI でフィルタリングを行うことはできません。DHCP、RIP および RIPv2 などブロードキャストアドレスを用いる通信を SPI と併用する場合は、これらの通信を透過させるフィルタリングルールを設定してください。

ヒント

SPI によるフィルタリング対象は、構成定義で設定された IP フィルタリングを透過したパケットです。

参照　Web 設定事例集「2.11 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.496）
コマンド設定事例集「2.11 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.227）

2.10 マルチルーティング（ポリシールーティング）機能

マルチルーティング機能とは、転送パケットのあて先 IP アドレスだけではなく、送信元 IP アドレスやポート番号などの情報も利用して、通信パスを選定する機能です。この機能を利用することによって、それぞれの通信内容に通信パスを分離することができます。

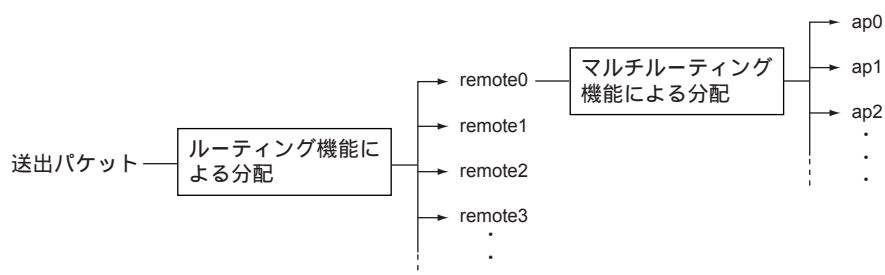
ここでは、ネットワーク設計概念で紹介したマルチルーティング機能の詳細を説明します。

参照「1.1 ネットワーク設計概念」（P.15）

2.10.1 通常の IP ルーティングとマルチルーティングの関係

IP ルーティングでの送信先選定では、出力先インタフェースを選定します。マルチルーティング機能は、IP ルーティングで選定された出力先インタフェースの構成を定義する remote 定義の配下に、実際の接続先設定（通信パス設定）となる ap 定義を複数定義して、さらに通信パスを選定することができます。

マルチルーティングは、同じ remote 定義内での送信先選定動作であるため、remote 定義によるデータ送信先の分離と、ap 定義によるデータ送信先の分離は、以下のように使い分けます。

- remote 定義による分離
  経路情報として分離できる接続先（つまり、独立したネットワークとして識別できる接続先）は、それぞれ別の remote 定義として定義し、ルーティング機能を用いて分配します。
- ap 定義（マルチルーティング）による分離
  経路情報では分離できない接続先（つまり、独立したネットワークとして識別できない接続先）は、同じ remote 定義内にそれぞれ別の ap 定義として定義し、マルチルーティング機能を用いて分配します。

2.10.2　利用する ap 定義の選定方法

ここでは、それぞれの送信データに対して、利用する ap 定義の選定方法を説明します。remote 定義内に設定されている複数の ap 定義は、表示される順に優先度が高いものとして扱われ、優先度の高いものから順に利用するかどうかを判断します。送出できる ap 定義がない場合は、データは送信されません。

通信内容に従った選定

通信内容ごとに通信パスを分離する場合は、remote ap multiroute pattern 定義によって、ap 定義を利用する通信内容を設定し、通信内容に従った選定を行います。

通信内容の選定条件として、以下の条件が利用できます。

- 送信元 IP アドレス
- 送信元ポート番号（送信データが TCP または UDP の場合のみ）
- あて先 IP アドレス
- あて先ポート番号（送信データが TCP または UDP の場合のみ）
- 上位プロトコル
- TOS 値

こんな事に気をつけて

選定条件は、IPv4 の場合だけ利用されます。IPv6 およびブリッジ通信の場合は、選定条件がないものとして扱われます。

また、上記条件に一致した場合の動作を、以下から選択します。

- use　　このap 定義で送信する
- unuse　　このap 定義で送信しない
- backup　　優先度の低いap 定義で送信できるものがない場合にだけ送信する

この条件によって、ap 定義は、以下のどれかに送信データごと分類されます。

- 設定条件に一致
- 条件設定なし
- 利用不可

接続状態に従った選定

通信バックアップとして利用する場合は、接続状態に従った選定を行います。この場合、ap 定義ごとの接続状態は、以下の3つに分類されます。

- 接続中
- 接続可能（PPPoE の場合だけ：接続済みではないが接続可能）
- 利用不可

以下に、利用不可と判定する条件を示します。

PPPoE

- 利用回線が同期はずれ状態であるとき
- 接続先が閉塞状態であるとき（常時接続機能利用時のみ）
- 接続先監視が失敗状態であるとき（常時接続機能利用時のみ）

IPsec

- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき

オーバーラップ

- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき
- 送出先インタフェースがダウン状態であるとき

☛ 参照 「2.10.3 マルチルーティング機能の応用」（P.50）

最終的な送出先判断

最終的な送出先判断は、通信内容に従った選定の結果と、接続状態に従った選定の結果を組み合わせて判断します。この組み合わせ条件は、それぞれの ap 定義に以下のように判断されます。

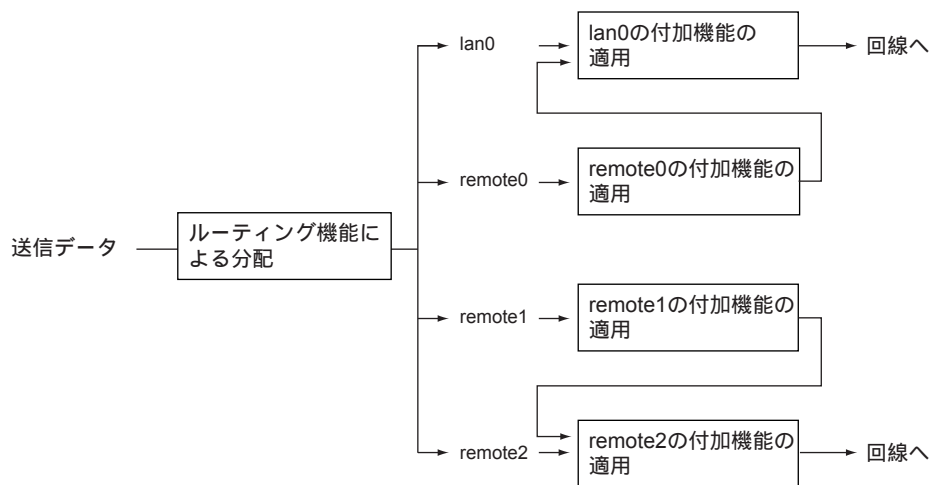
ap0（優先度高）／ap1（優先度低）		設定条件に一致		設定条件なし	
		接続中	接続可能	接続中	接続可能
設定条件に一致	接続中	ap0	ap1	ap0	ap1
	接続可能	ap0	ap0	ap0	ap0
設定条件なし	接続中	ap0	ap0	ap0	ap1
	接続可能	ap0	ap0	ap0	ap0

2.10.3　マルチルーティング機能の応用

IP ルーティングでの送信先選定ルールでは、出力先インタフェースを選定します。シェーピング、帯域制御および MSS 書き換えなどの付加機能は、インタフェース単位での適用となります。そのため、同じインタフェースから出力される送信データは、すべて同じ付加機能が適用されます。

マルチルーティング機能の応用として、本装置は、IP ルーティングによって選定された出力先インタフェースからの送信データを、さらに別インタフェースへの出力として重ね合わせる（オーバーラップする）機能をサポートしています。この機能を利用すると、同じインタフェースから出力される送信データにも、異なる付加機能を適用することができます。

この機能を利用する場合は、相手ネットワーク設定である remote 定義の配下に、最終出力先となるインタフェースを指定する特別な接続先（ap 定義）を設定します。

以下に、内部的な送信データの流れを示します。remote0 は lan0 を利用して送信するように、また remote1 は remote2 を利用して送信するように設定されているものとします。

以下に、この機能を利用する場合にオーバーラップ元インタフェースで利用できる付加機能を示します。

- MTU 分割機能
- マルチルーティング機能
- IP フィルタリング機能
- MSS 書き換え機能
- TOS/Traffic Class 値書き換え機能
- シェーピング機能
- 帯域制御（WFQ）機能

こんな事に気をつけて

- **オーバーラップ元インタフェースでは、マルチ NAT 機能は利用できません。**
- **オーバーラップ元インタフェースでは、ダイナミックルーティングは利用できません。**

また、オーバーラップ先インタフェースでは、以下の付加機能を利用することができます。

- マルチルーティング機能（remote 定義を利用して送出する場合のみ）
- IP フィルタリング機能
- MSS 書き換え機能（remote 定義を利用して送出する場合のみ）
- マルチ NAT 機能
- TOS/Traffic Class 値書き換え機能

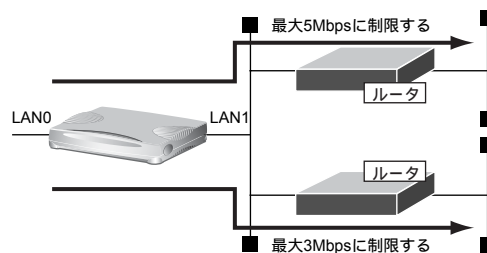
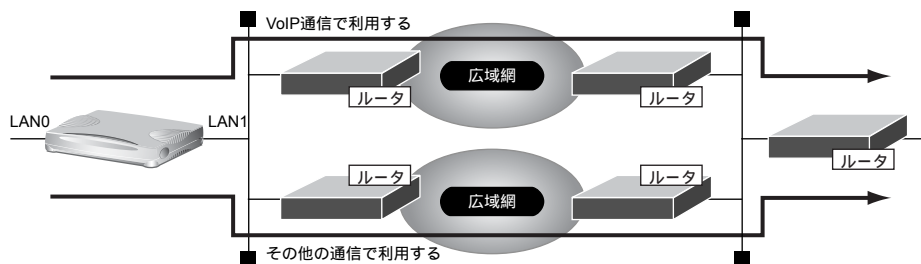
- シェーピング機能
- 帯域制御（WFQ）機能

オーバーラップ先インタフェースとして lan を指定した場合は、次ホップルータアドレスを設定する必要があります。次ホップルータアドレスは、隣接ルータのアドレスでなければいけません。この設定がない場合、または次ホップルータアドレスが隣接ルータのアドレスでない場合は、データは送信されません。

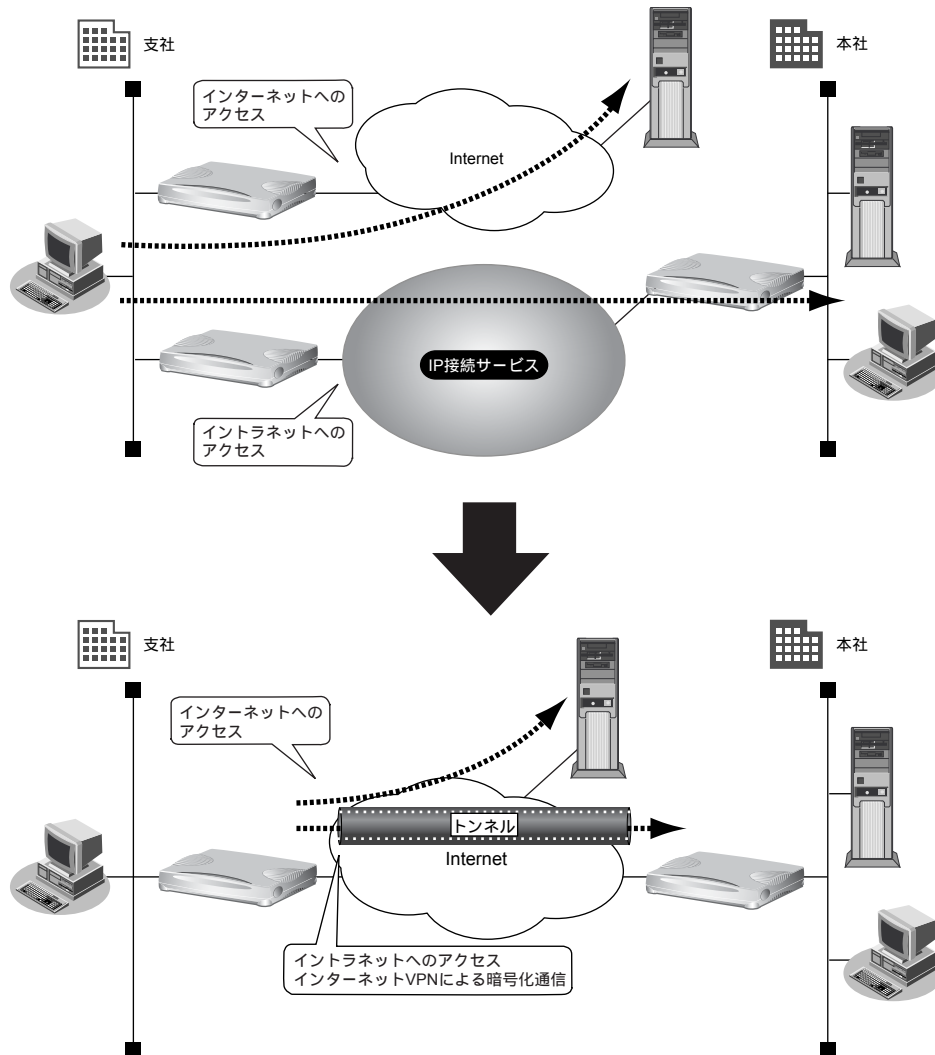
こんな事に気をつけて

- **オーバーラップ機能は、IPv4 および IPv6 の場合に利用できます。**
- **オーバーラップ先インタフェースの MTU は、オーバーラップ元インタフェースの MTU より大きい値を設定してください。正常に通信することができなくなることがあります。**

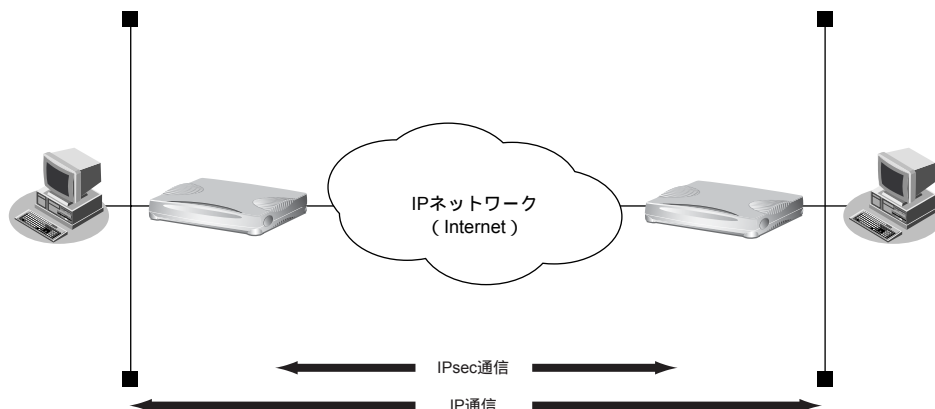
この機能を利用した例を以下に示します。

例 1）対地シェーピングを行う

例 2）特定の通信データを分離する

2.11 IPsec 機能

VPN（Virtual Private Network）とは、インターネットのように公衆で利用されているネットワークに、通信パスを仮想的に設定することによって専用線のように使用することができます。最近ではインターネットを利用してVPN を構築する、インターネット VPN のこと自体を VPN ということもあります。

VPN では VPN 装置間でデータをカプセリングし、相手の VPN 装置に送信します。その際、データの盗聴、改ざんを防止するために、認証や暗号化などのセキュリティ機能によりデータを保護します。これにより、簡単に機密性の高いシステムが構築できます。

本装置ではVPNを実現するためにIPsecというプロトコルを使用します。

IPsecで使用できる機能は2つあります。IPパケットに認証用のヘッダをつけて認証する機能AHと、暗号化したあとに認証してカプセル化する機能ESPです。

IPsecには、IPヘッダを認証／暗号化しないトランスポートモードとIPヘッダを認証／暗号化するトンネルモードの2つのモードがあります。本装置はトンネルモードだけをサポートしているため、ここではトンネルモードだけを説明します。

本装置でサポートするIPsecの範囲

本装置がサポートするIPsecの範囲は、以下のとおりです。

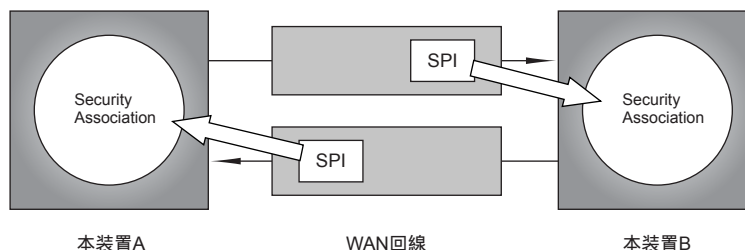
項目	IPsecの範囲
IPsec適用範囲	AH、ESP、認証付ESP
鍵設定／鍵交換方式	手動鍵設定、自動鍵設定（Main Mode、Aggressive Mode）
自動鍵交換（IKE）認証方式	共有鍵認証（Pre-Shared Key）方式
セキュリティパケット送信方法	トンネルモード（IPv4 over IPv4、IPv4 over IPv6、IPv6 over IPv4、IPv6 over IPv6）
暗号アルゴリズム	DES-CBC、3DES-CBC、AES-CBC
認証アルゴリズム	HMAC-MD5、HMAC-SHA1 認証アルゴリズムと認証アルゴリズムモードの主な特徴 MD5：シンプルで認証が早い SHA1：セキュリティが強いが、認証が遅い

本装置でサポートするIPsec機能は、以下の新プロトコルのRFCに準拠します。

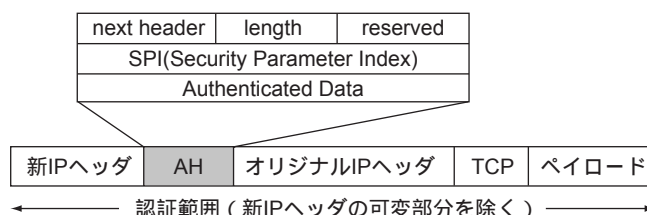
- RFC2401: "Security Architecture for the Internet Protocol"
- RFC2402: "IP Authentication Header"
- RFC2403: "The Use of HMAC-MD5-96 within ESP and AH"
- RFC2404: "The Use of HMAC-SHA1-96 within ESP and AH"
- RFC2104: "HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication"
- RFC2406: "IP Encapsulating Security Payload （ESP）"
- RFC2405: "The ESP DES-CBC Cipher Algorithm With Explicit IV"
- RFC2410: "The NULL Encryption Algorithm and Its Use With IPsec"
- RFC2411: "IPsecurity Document Roadmap"
- RFC3394: "Advanced Encryption Standard（AES）Key Wrap Algorithm”

Security Association と Security Parameters Index

IPsec の特徴は、認証・暗号化のアルゴリズムや鍵管理のしくみを IPsec のプロトコル自体から切り離したことです。IPsec で通信するホストどうしは、通信する前になんらかの方法で認証・暗号化のアルゴリズムや使用する鍵を決定して、その情報を共有する必要があります。この関係を SA（Security Association）と言います。

1 つのホストは複数の通信に対応するための複数の SA を持っています。そのため、受け取った IPsec のパケットが、どの SA に対応するものなのかを識別する必要があります。識別するためのパラメタとして、あとに説明する AH や ESP のヘッダ中に含まれる SPI（Security Parameter Index）を使用します。

AH ヘッダと ESP ヘッダ

IPsec では、IP パケットのオプションヘッダに、認証には AH（Authentication Header）ヘッダを、暗号化および認証には ESP（Encapsulating Security Payload）ヘッダを使用しています。

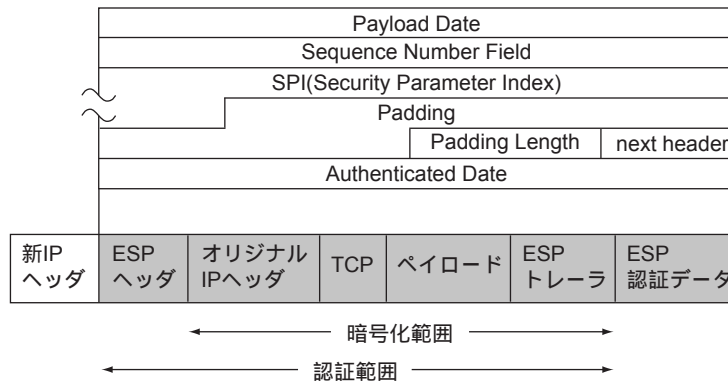
IP パケット認証（AH:Authentication Header）

AH は IP パケットを認証するために IP ヘッダに拡張されるものです。元々ある IP パケットの前に IPsec ゲートウェイのアドレスと上記の構成からなる AH ヘッダを挿入します。

AH は認証アルゴリズム・認証キー・暗号アルゴリズム・暗号キー・キー寿命・キー配送方法などを決める SPI 値と、認証アルゴリズムで使用するデータ・フィールド Authenticated Data から成り立っています。

送信する側は、オリジナルの IP パケットと認証鍵からハッシュ関数を使って圧縮したものを Authenticated Data に書き込んで送信します。

受信する側は、SPI の情報で相手先を特定します。その相手先と同じ暗号鍵および認証アルゴリズムを使用して送信する側と同様の計算を行います。AH ヘッダ内の Authenticated Data と一致した場合に、相手を認証したと判断します。

認証に使用する認証鍵およびハッシュ関数などは、SA データベースにあらかじめ登録しておきます。SA とは、暗号に必要な認証方式や認証鍵などのデータが入っているデータ構造のことです。

IP パケット暗号化（ESP:Encapsulating Security Payload）

ESP は IP パケットを認証（IP パケットの改ざんチェック）だけではなく、IP パケットを暗号化します。

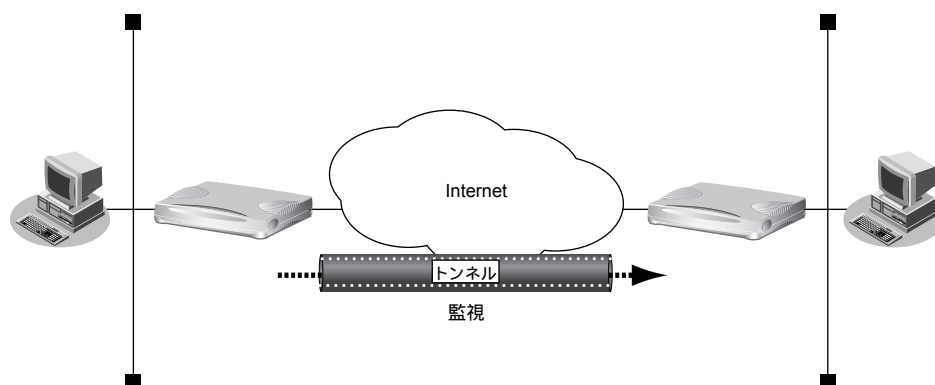
共有鍵認証（Pre-Shared Key）方式

自動鍵交換（IKE）で、通信する相手の認証（本人性確認）を行います。本装置では、以下の認証方式をサポートします。

- 共有鍵認証（Pre-Shared Key）方式
  パスワードによる認証方式です。双方の装置で決めたパスワードを設定し、IKE ネゴシエーション中にそのパスワードを使用して、通信する相手が正しいことを確認します。

接続先監視

IPsec 通信の場合、回線の切断や相手装置の再起動によって相手装置の SA が削除されることがあります。このとき、相手装置の SA が削除されたことを検出することができないため、通信できない状態になります。

接続先監視を使用することにより、IPsec トンネルを経由して相手装置の SA が削除されていることを検出します。IPsec 通信できない場合は、SA を再作成することによって、通信を復旧させることができます。

こんな事に気をつけて

- **接続先監視を使用すると、相手ノードに ICMP ECHO パケットを定期的に送信します。そのため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、接続先監視を使用しないでください。**
- **接続先監視を使用する場合は、監視対象となる相手ノードおよび自装置のアドレスが IPsec 対象範囲に含まれる必要があります。IPsec 対象範囲に含まれない場合は、接続先監視のパケットが破棄され、IPsec 通信ができません。**
- **IKE セッション監視の設定が同時に設定されている場合は、IKE セッション監視は動作しないで、接続先監視だけが動作します。**

参照　コマンド設定事例集「2.9 IPsec 機能を使う」（P.124）
Web 設定事例集「2.9 IPsec 機能を使う」（P.265）

IKE の NAT トラバーサル

IPsec/IKE では、IPsec 装置または IPsec トンネル区間の装置に対して NAT を適用すると、IKE ネゴシエーションで失敗するなど通信ができません。

IKE ネゴシエーションや IPsec 通信ができない理由として、以下があげられます。

- IKE は送信元／あて先ポート番号が固定でなければならない
- IPsec 通信を行うパケットのヘッダはポート番号を持たないため、NAT によるポート変換機能を使用することができない

IKE の NAT トラバーサル機能を使用することにより、これらが解消されて NAT を介しての IKE ネゴシエーションおよび IPsec 通信ができるようになります。

ポート番号を変化させない NAT で、スタティックに ESP パケットを通過させるような場合は、NAT トラバーサルを使用しなくても IPsec 通信ができます。

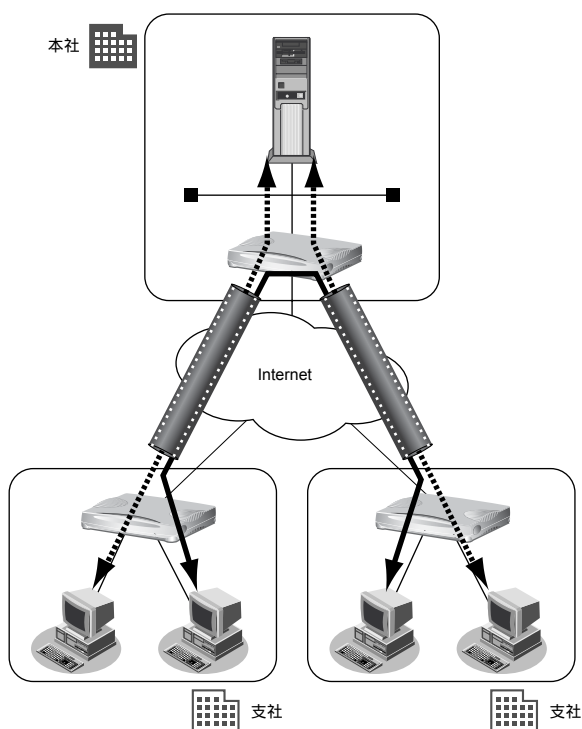
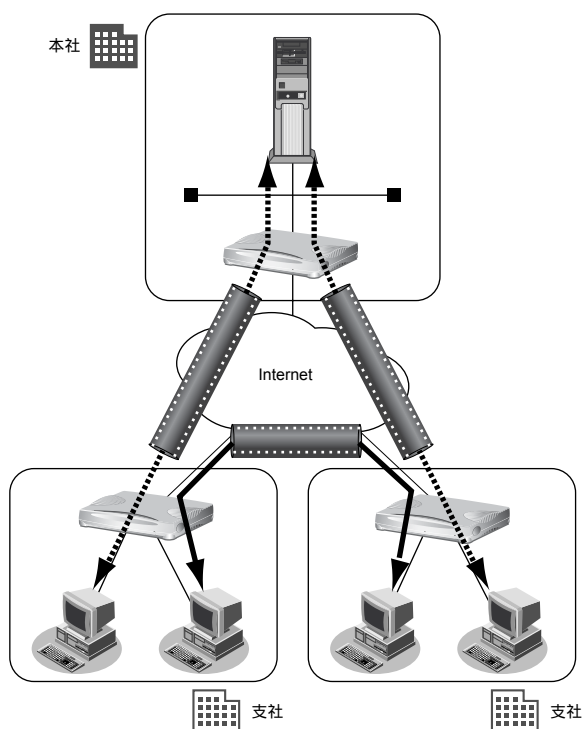
本装置がサポートする IKE の NAT トラバーサル機能は、以下の RFC およびドラフトに準拠します。

- "Negotiation of NAT-Traversal in the IKE"
  RFC3947,
  draft-ietf-ipsec-nat-t-ike-03,
  draft-ietf-ipsec-nat-t-ike-02
- "UDP Encapsulation of IPsec ESP Packets"
  RFC3948

2.11.1　動的 VPN 機能

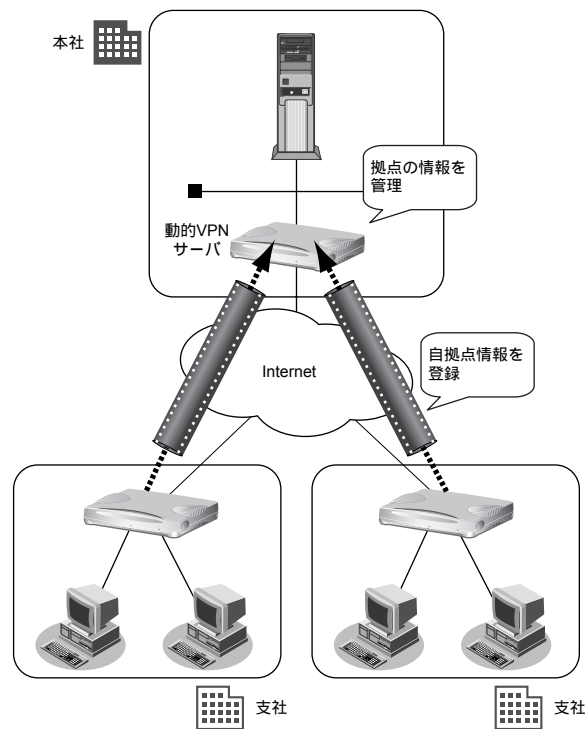
一般的な VPN 通信の構成は、各拠点と本社やデータセンタなどを接続するスター型接続です。従来のサーバとクライアントモデルの場合はこの接続構成で十分でしたが、昨今の IP 通信の拡大により拠点間での通信量も増え、センタルータの増強をする必要があるなどさまざまな問題がでてきています。

たとえば、IP 電話に代表される VoIP 技術はエンド - エンドの端末間で通信を行うため、直接拠点間で接続した方が、センタを経由するより効率的です。しかし、全拠点間をメッシュ構成で構築するためには、各拠点にすべての他拠点情報を設定する必要があり、運用および保守の面から非常に困難です。

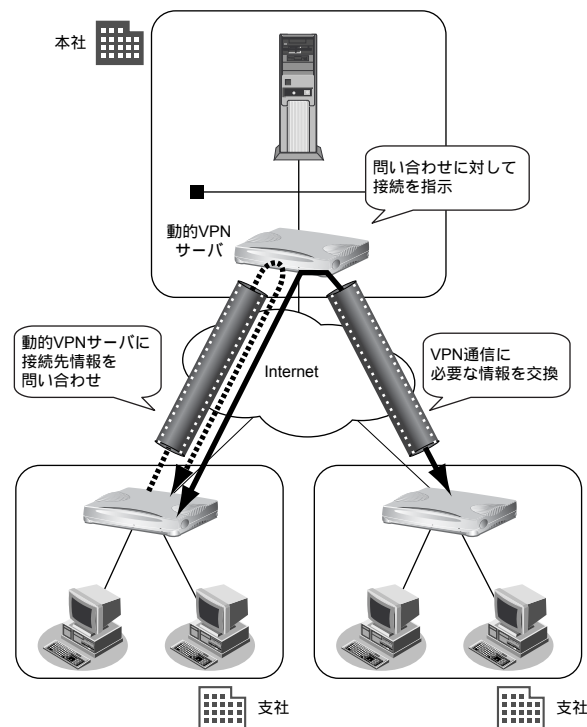
本装置は、この問題に対して、動的 VPN 機能をサポートしています。この機能は自拠点の情報を設定するだけで、必要に応じて VPN 通信パスを構築することができるものです。自拠点を設定するだけなので、拠点数が多い場合や新規に拠点が追加された場合でも問題なく対応することがきます。

各拠点ルータは、設定された自拠点情報を動的 VPN サーバに登録します。そして、VPN 通信パスの構築が必要となった場合に、動的 VPN サーバ経由で接続先の拠点情報を取得して VPN 通信パスを構築します。VPN 通信パスが構築されるまでは、従来どおりセンタルータ経由で通信されるため、VPN 接続までの間、データが通信できないなどの問題はありません。

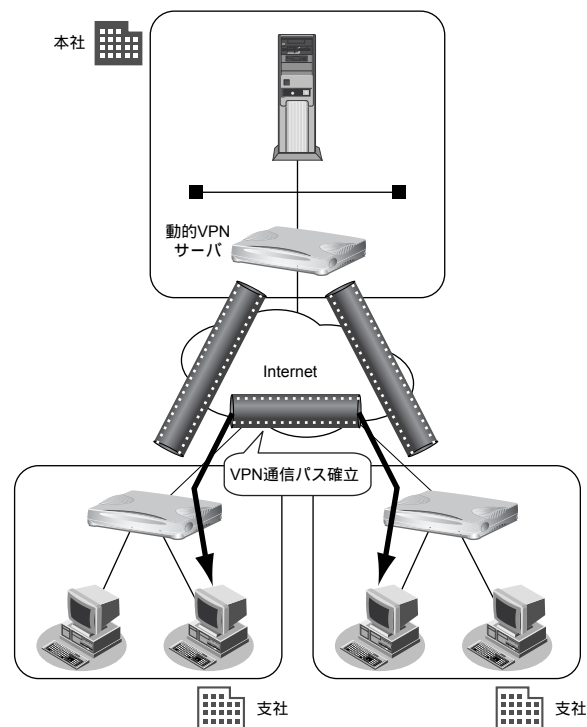
また、拠点間で直接 VPN 通信パスが構築された時点で、センタルータ経由での通信がなくなり、センタトラフィックも軽減されます。

動的VPNの動作を以下に示します。

（1） 動的VPNサーバへの登録
本装置起動時、各拠点ルータは、動的VPNサーバに対して登録処理を行います。その後、定期的に登録パケットを送出します。

（2） 他拠点へのパケット発生
動的VPN対象になっている他拠点に、通信パケットが発生したときに、動的VPN通信パスの構築を開始します。

(3)　動的 VPN 情報の交換

まず、動的 VPN サーバに対して相手拠点の接続先情報を問い合わせます。動的 VPN サーバは、登録されている拠点情報から、該当する拠点を検索し、相手拠点に接続を指示します。その後、動的 VPN 通信パスを構築するために必要な情報を、動的 VPN サーバを経由して拠点間で交換します。

(4)　動的 VPN 通信パスの構築

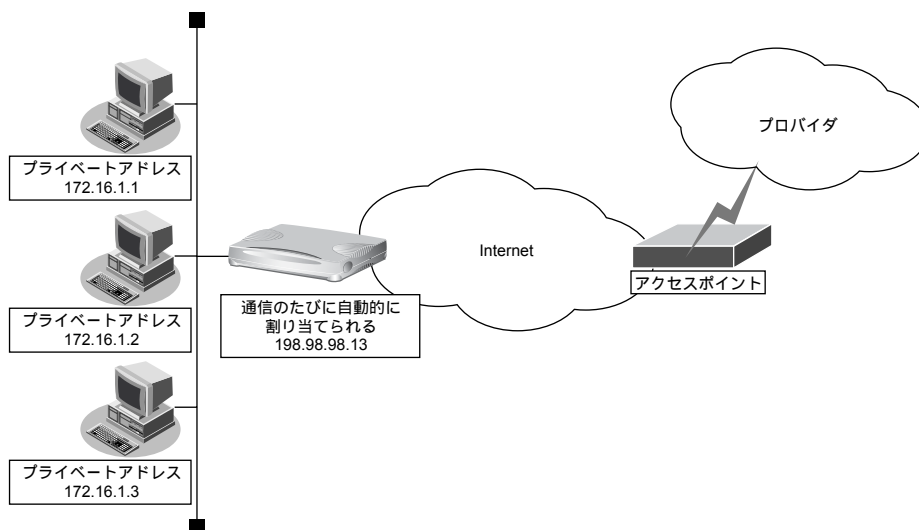
情報交換によって獲得した相手拠点の情報を基に、動的 VPN 通信パスを構築します。

（5）　動的VPN通信パスの切断
通信パケットがなくなり、動的VPN通信パスが不要になると、自動的に切断されます。その後、（1）の状態に戻ります。

こんな事に気をつけて

- **動的VPN機能を使用する場合は、自動鍵設定を使用する必要があります。また全拠点でIPsec/IKEの設定（共有鍵など）を同一にしてください。**
- **動的VPNサーバと接続できなくなった場合は、接続中のVPN通信パスも切断されます。**
- **各拠点で設定するローカルIDおよびローカルネットの重複はできません。**
- **動的VPNパス上でNAT機能は使用できません。**

☛ 参照　コマンド設定事例集「2.9 IPsec機能を使う」（P.124）、
「2.11 マルチNAT機能（アドレス変換機能）を使う」（P.227）、「2.12 VoIP NATトラバーサル機能を使う」（P.235）
Web設定事例集「2.9 IPsec機能を使う」（P.265）、
「2.11 マルチNAT機能（アドレス変換機能）を使う」（P.496）、「2.12 VoIP NATトラバーサル機能を使う」（P.509）

2.12 マルチ NAT 機能

マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）とは、LAN 内に接続された複数台のパソコンで使用するプライベートアドレスを、本装置に割り当てたグローバルアドレスに変換する機能です。マルチ NAT 機能を使用すると、限られた数のグローバルアドレスでそれ以上の数のパソコンを接続できます。たとえば、端末型接続でプロバイダからもらえる 1 台分のグローバルアドレスを使って、複数台のパソコンからインターネットに接続できます。また、LAN 内に接続されたパソコンのプライベートアドレスは外部からわからないため、外部からの不正なアクセスを遮断できます。

補足
- プライベートアドレスとグローバルアドレスについて
  プライベートアドレスとは、ユーザが自由に割り当てることができる IP アドレスです。
  グローバルアドレスとは、インターネット上のホストを識別するために、InterNIC などのアドレス管理機構から割り当てられる世界で唯一の IP アドレスです。プロバイダ接続の場合はプロバイダからもらえます。
- LAN どうしを接続する場合（事業所間など）、両方プライベートアドレスとなることがあります。本装置では、WAN 側のアドレスをグローバルアドレス、LAN 側のアドレスをプライベートアドレスとしています。
- 「端末型接続」と「ネットワーク型接続」はインターネットに接続する際の IP アドレスの割り当て方が異なります。
  端末型接続は、接続先に接続するごとにグローバルアドレスがプロバイダから動的に割り当てられます。
  ネットワーク型接続は、LAN を単位として接続する形態で、あらかじめプロバイダからグローバルアドレスが割り当てられます。プロバイダ接続の場合は契約時の申し込み台数に応じてグローバルアドレスが割り当てられます。

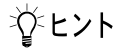
マルチ NAT 機能を使用すると、すでに LAN を構築している場合も、プライベートアドレスを変更することなくインターネットに接続できるようになります。しかし、同時に接続できる台数は、割り当てられたグローバルアドレスの個数に限られます。これを解決するために、マルチ NAT 機能があります。マルチ NAT 機能を使用すると、ポート番号を使って、割り当てられたグローバルアドレスの個数以上のパソコンを接続できます。

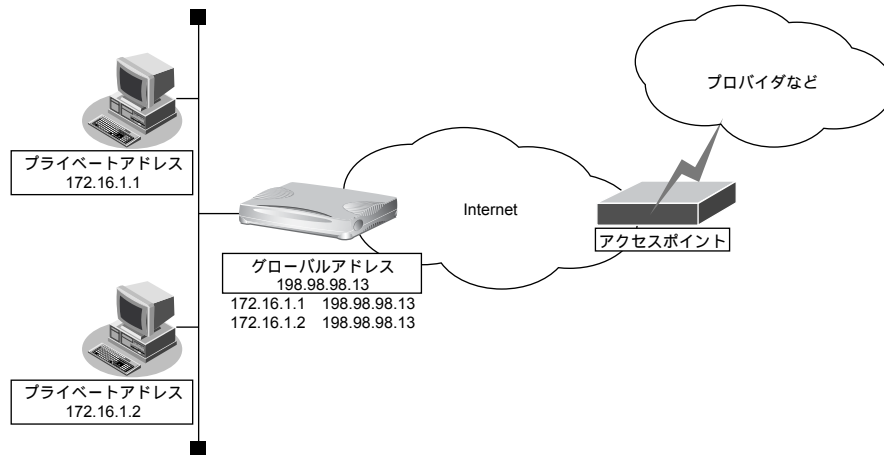
マルチ NAT 機能とは、以下の 3 つの機能で構成されます。

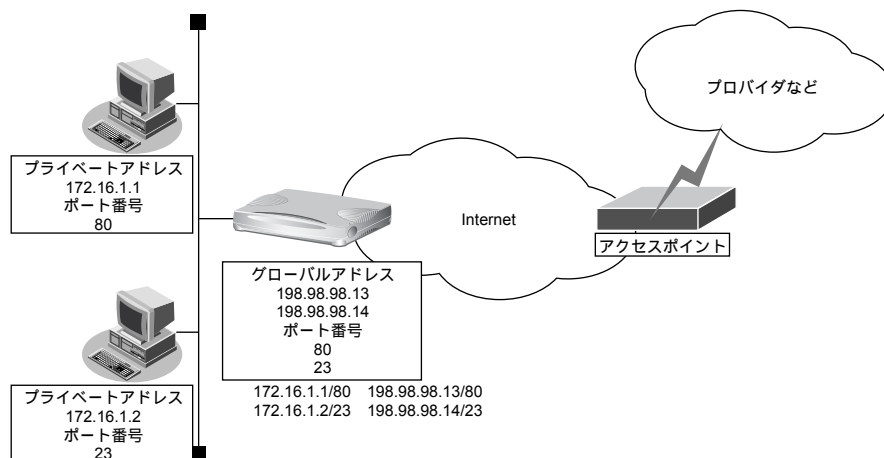
- 動的 NAT
- 静的 NAT
- NAT あて先変換

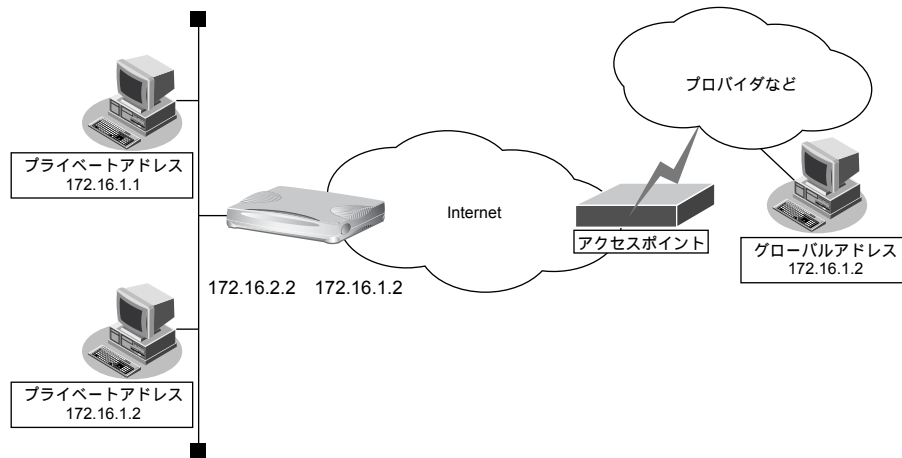
カタログなどで説明するマルチ NAT 機能は、基本 NAT、動的 NAT、静的 NAT および NAT あて先変換の総称です。

こんな事に気をつけて

IP パケットのフラグメントが発生する環境の場合は、フラグメントされた先頭パケットより前に後続パケットを受信すると、そのフラグメントパケットは破棄され、正常に通信できない場合があります。

◆ **動的 NAT とは**

基本 NAT は、プライベートアドレスとグローバルアドレスを 1 対 1 に対応付けます。インターネットに同時に接続できるパソコンの台数は、プロバイダと契約したグローバルアドレスの個数です。「動的 NAT」を使用すると、使用可能なグローバルアドレスの個数以上のパソコンが同時に接続できます。

◆ **静的 NAT とは**

基本 NAT は、通信発生のたびに空いているグローバルアドレスを割り当てます。そのため、LAN 上の Web サーバを公開するような場合は適していません。「静的 NAT」を使用すると、特定のパソコンやアプリケーションに同じ IP アドレス、ポート番号を割り当てるので、この問題を解決できます。

◆ NATあて先変換とは

通常のNATでは、外部と通信するために送信元のプライベートアドレスをグローバルアドレスに変換します。「あて先変換」では、外部のアドレスを変換することでグローバル側のホストにプライベートアドレスを割り当てます。そのため、外部のIPアドレスを隠蔽したり、プライベートアドレスとアドレスが重複するセグメントへ通信できます。

2.12.1　NAT 機能の選択基準

ネットワーク環境および使用目的によって、適切なマルチ NAT 機能を設定する必要があります。選択基準を以下に示します。

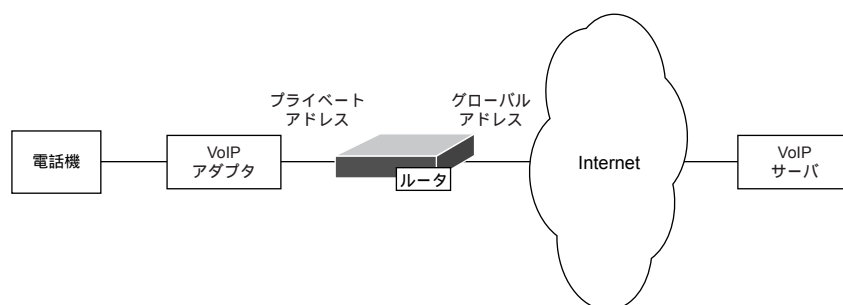
NAT 機能が必要な場合

- 端末型ダイヤルアップ接続する場合
- プロバイダから割り当てられたグローバルアドレスより多くのパソコン（端末）を接続する場合（ここでいう端末には本装置も含まれます）
- 既存のネットワークのアドレスをそのまま使用する場合
- 自側のネットワークのアドレスを隠す場合
    - 基本 NAT で十分な場合
        - 端末型ダイヤルアップ接続で、同時に接続するパソコン台数が 1 台の場合
        - ネットワーク型接続で、同時に接続するパソコン台数がグローバルアドレス数以下の場合
    - 動的 NAT が必要な場合
        - 端末型ダイヤルアップ接続で、同時に複数のパソコンから接続する場合
        - 同時に接続するパソコンの台数がグローバルアドレス数を超える場合
    - 静的 NAT が必要な場合
        - 外部にサービスを公開する場合（WWW サーバ、FTP サーバなど）
        - IP アドレスを意識して動作するアプリケーションを使用する場合
- インターネット VPN などで、IPsec 通信のほかにインターネット上のサーバなどとの通信がある場合、マルチ NAT 機能を使用する必要があります。このとき、VPN で使用するアドレスが NAT のアドレスプールに含まれる場合は、静的 NAT を指定してください。これは IPsec 通信に用いられるアドレスが正しく変換されるように、関係するプロトコルやポート番号ごとに設定します（ESP（プロトコル番号：50）や IKE（ポート番号 UDP：500）など）。
- IPsec が Aggressive Mode の場合、Initiator だけがマルチ NAT 機能を使用しているときは IPsec SA 自体を確立できますが、その後 Responder から IPsec パケットを送信しなければ NAT テーブルが作成されず、通信できません。Responder でマルチ NAT 機能だけを使用していると IPsec SA も確立されません。Main Mode の場合は、IKE のネゴシエーションを双方から開始するので、マルチ NAT 機能だけを使用していても IPsec SA は確立されます。ただし、IPsec 通信は NAT テーブルが双方に作成されるまで不可能となります。

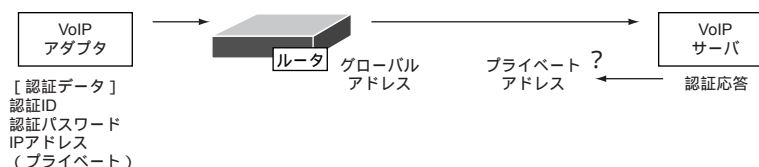
☛ 参照　コマンド設定事例集「2.11 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.227）
Web 設定事例集「2.11 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.496）

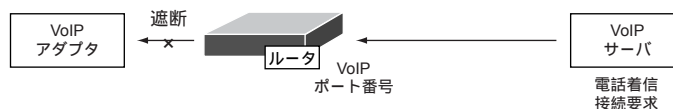
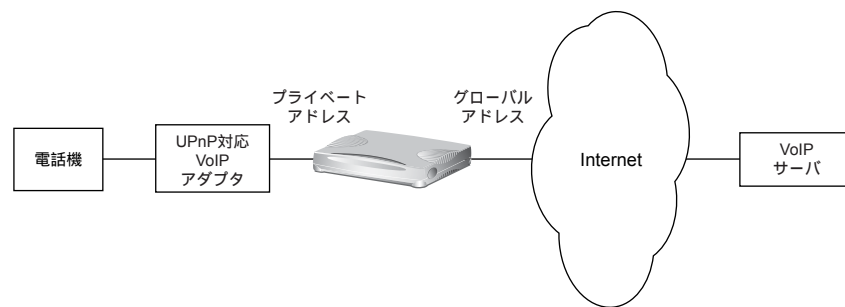
2.13 VoIP NAT トラバーサル機能

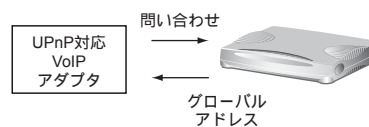
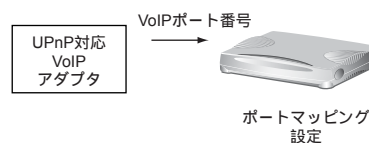
VoIP NAT トラバーサル機能とは、マルチ NAT 機能を使用すると動作しないVoIP アダプタを動作できるようにする機能です。ただし、UPnP（Universal Plug and Play）に対応したVoIP アダプタでなければ動作しません。同様に、UPnP に対応した装置やアプリケーションプログラムもマルチ NAT 機能を使用しても動作できるようになることがあります。

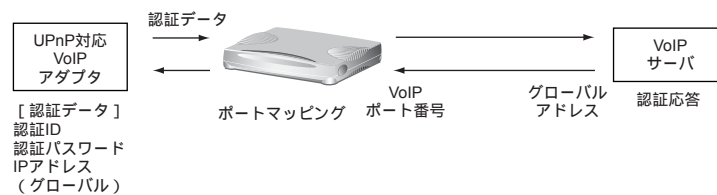
マルチ NAT 機能を使用することによって通信ができない場合

上図で、通信ができない要因には、以下のようなことが考えられます。

要因 1

VoIP アダプタから VoIP サーバへ接続するとき、認証データに VoIP アダプタの IP アドレス（プライベートアドレス）を含めるため、VoIP サーバからの認証応答が VoIP アダプタに届きません。

要因 2

VoIP サーバから電話着信接続要求があるとき、ルータの VoIP ポート番号との通信が遮断されているため、VoIP アダプタに届きません。

VoIP NAT トラバーサル機能によって通信ができる場合

ここでは、VoIP NAT トラバーサル機能によって通信できるときの、動作の概要について説明します。

（1）　UPnP 対応 VoIP アダプタは、ルータにグローバルアドレスを問い合わせます。

（2）　UPnP 対応 VoIP アダプタは、ルータの VoIP ポート番号に届いたデータを VoIP アダプタへ届けるようにルータにポートマッピングを設定します。

（3）　VoIP アダプタは、認証データにルータの IP アドレス（グローバルアドレス）を含めて VoIP サーバに接続します。

VoIP サーバからルータに届いた認証応答は、ポートマッピングの設定によって VoIP アダプタに届きます。

（4）　VoIP サーバからルータに届いた電話着信接続要求もポートマッピングの設定によって VoIP アダプタに届きます。

こんな事に気をつけて

- VoIP アダプタのマニュアルを参照して、UPnP 機能が使用できるように設定されていることを確認してください。
- VoIP アダプタは、マルチ NAT 機能を使用しない lan インタフェースのどれかに接続してください。
- VoIP サーバは、マルチ NAT 機能を使用するもっとも小さい定義番号の lan インタフェースに接続されているものとして動作します。マルチ NAT 機能を使用する lan インタフェースがない場合は、マルチ NAT 機能を使用するもっとも小さい定義番号の remote インタフェースのもっとも優先度の高いアクセスポイントに接続されているものとして動作します。
- VoIP NAT トラバーサル機能は、マルチ NAT 機能を使用するインタフェースへの通信に対して動作します。
- VoIP NAT トラバーサル機能では、以下のポート番号を使用します。そのため、これらのポートを IP フィルタリングで遮断しないでください。

プロトコル	ポート番号
UDP	1900
TCP	5432

- ポートマッピング情報は、装置全体で（NAT テーブル総数 - 消費 NAT テーブル数）個まで設定できます。

参照 仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.21）

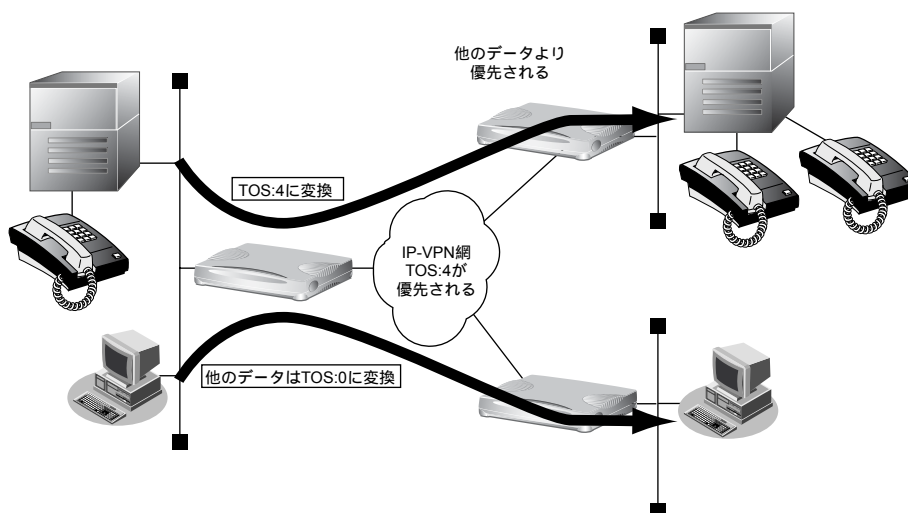
- ポートマッピング情報は、UPnP 対応装置が設定する際に有効期限を設定するか削除要求するまで残ったままになります。
- VoIP アダプタによっては、NAT を併用する場合があります。NAT の割り当て時間が短いと通信が切断されますので、NAT の定義で必要な割り当て時間を設定してください。
- NAT の定義では、グローバルアドレスの個数に、必ず 1 を設定してください。2 以上を設定した場合、UPnP が正しく動作しないことがあります。

参照 コマンド設定事例集「2.12 VoIP NAT トラバーサル機能を使う」（P.235）
Web 設定事例集「2.12 VoIP NAT トラバーサル機能を使う」（P.509）

2.14 TOS/Traffic Class値書き換え機能

TOS/Traffic Class値書き換え機能とは、指定するIPパケットのTOS値またはIPv6パケットのTraffic Class値を書き換える機能です。IP-VPN網を使って音声やレスポンスが要求されるデータのTOS/Traffic Class値を変更して送信することにより、IP-VPN網内の遅延を減らすことができます。TOS/Traffic Class値でパケット優先制御を行うキャリアVPNサービス（スーパーVPNなど）と接続する場合に有効な機能です。

本装置でサポートしているTOS/Traffic Class値書き換え機能は、以下のRFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC2474：Definition of the Differentiated Services Field（DS Field）in the IPv4 and IPv6 Headers

TOS値書き換え機能は、IPv4[RFC791]で定義されている、IPパケットヘッダにある８ビットのType Of Service（TOS）フィールドを制御することができます。一般的にはこの中のPrecedenceフィールドをTOSフィールドと言いますが、本装置ではPrecedenceを含む８ビット全体を書き換えることができます。

- RFC791 Internet Protocol

0	1	2	3	4	5	6	7
Precedence			D	T	R	0	0

Bits 0-2:　Precedence.

111 - Network Control

110 - Internetwork Control

101 - CRITIC/ECP

100 - Flash Override

011 - Flash

010 - Immediate

001 - Priority

000 - Routine

Bit　3:　0 = Normal Delay,　1 = Low Delay.

Bits　4:　0 = Normal Throughput,　1 = High Throughput.

Bits　5:　0 = Normal Relibility,　1 = High Relibility.

Bit　6-7:　Reserved for Future Use.

RFC791 の Precedence により指定する場合は、以下の表を参照してください。

TOS:5（CRITIC/ECP）に変換する場合は、0xA0 を指定します。

	Precedence	bit	HEX
111 -	Network Control	→ 11100000	→ 0xE0
110 -	Internetwork Control	→ 11000000	→ 0xC0
101 -	CRITIC/ECP	→ 10100000	→ 0xA0
100 -	Flash Override	→ 10000000	→ 0x80
011 -	Flash	→ 01100000	→ 0x60
010 -	Immediate	→ 01000000	→ 0x40
001 -	Priority	→ 00100000	→ 0x20
000 -	Routine	→ 00000000	→ 0x00

書き換え条件では、送信先 IP アドレス、あて先ポート番号、送信元 IP アドレス、送信元ポート番号、およびプロトコル番号を指定できます。この条件に一致するパケットの TOS/Traffic Class 値を書き換えて送信します。複数の条件と一致する場合は、定義番号が小さい方の条件を使用します。

書き換えの対象とならなかったパケットの TOS/Traffic Class 値は書き換えられません。

☛ 参照　コマンド設定事例集「2.13 TOS/Traffic Class 値書き換え機能を使う」（P.237）
Web 設定事例集「2.13 TOS/Traffic Class 値書き換え機能を使う」（P.511）

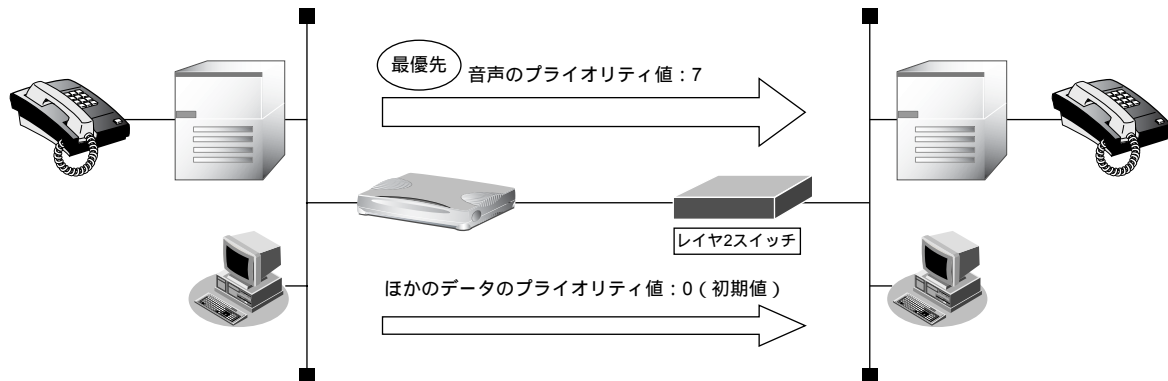
2.15 VLAN プライオリティマッピング機能

VLAN プライオリティマッピング機能とは、本装置から送信する VLAN パケットのプライオリティを設定する機能です。

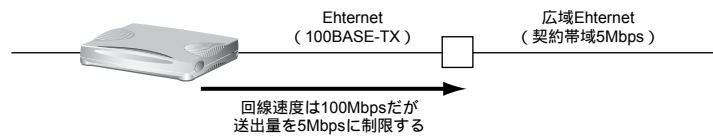
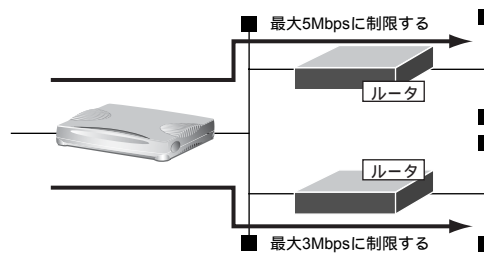
プライオリティを設定することにより、プライオリティフィールドに対して QoS 機能をサポートしているレイヤ 2 スイッチなどと接続することができます。

本装置では、IP パケットの TOS フィールドおよび IPv6 パケットの Traffic Class フィールドの値から、VLAN パケットのプライオリティ値を設定します。

プライオリティフィールドの値は 0 ～ 7 で、優先順位は以下のとおりです。

高い：7 → 6 → 5 → 4 → 3 → 0（初期値）→ 2 → 1：低い

参照　コマンド設定事例集「2.14 VLAN プライオリティマッピング機能を使う」（P.239）
Web 設定事例集「2.14 VLAN プライオリティマッピング機能を使う」（P.514）

2.16 シェーピング機能

シェーピング機能とは、LAN 回線に送出するデータ量（帯域）を制限する機能です。この機能を利用することで、実際の回線の帯域ではなく、指定した帯域でデータを送信することができます。

また、マルチルーティング機能と併用することによって、あて先ネットワークごとに送出帯域を制限することができます（対地シェーピング）。

こんな事に気をつけて

シェーピング機能は、以下の接続先種別では動作しません。

- IP トンネル

参照 コマンド設定事例集「2.15 シェーピング機能を使う」（P.240）
Web 設定事例集「2.15 シェーピング機能を使う」（P.516）

2.17 帯域制御（WFQ）機能

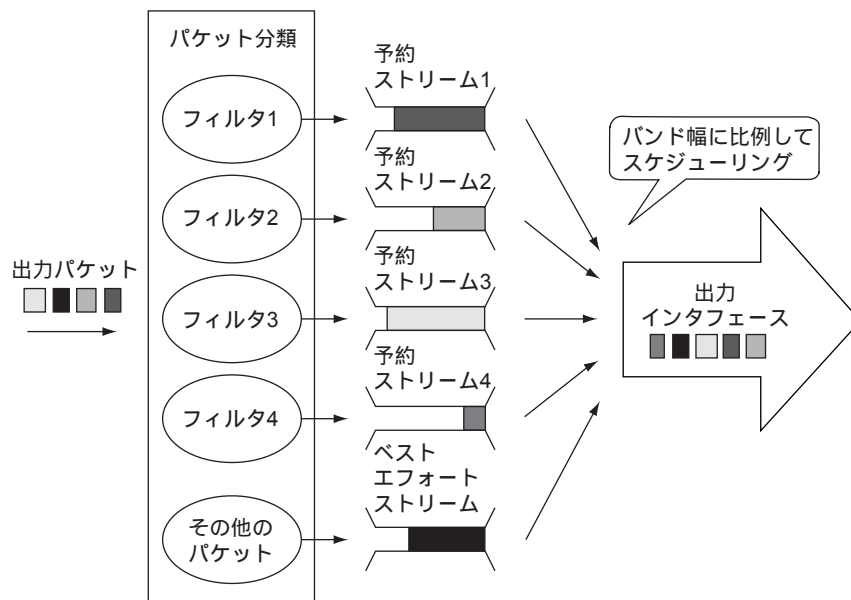
WFQ 機能とは、LAN 回線上に流れる特定のデータの帯域を予約する機能です。

WFQ 機能は予約したバンド幅の比率に応じて、出力パケットをスケジューリングします。

データストリームには、以下の2種類があります。

- 予約ストリーム
  帯域を予約したデータストリームを予約ストリームと言います。バンド幅（帯域幅）は、1Kbps 単位または%で指定します。
- ベストエフォートストリーム
  予約ストリーム以外のデータフローをベストエフォートストリームと言います。ベストエフォートストリームに割り当てられるバンド幅は、「予約ストリームのバンド幅の合計」を差し引いた帯域です。

ベストエフォートストリームのバンド幅が0の場合は、予約ストリームのデータがすべての予約バンド幅を使用していないときだけ、残りのバンド幅にデータを流すことができます。

予約ストリームと予約フィルタ

予約フィルタの条件

予約フィルタとは、出力パケットがどの予約ストリームに属するのかを判別する場合に使用します。予約フィルタの IP パケットは、以下の条件で指定します。

- あて先情報（IP アドレス／アドレスマスク／ポート番号（TCP/UDP））
- 送信元情報（IP アドレス／アドレスマスク／ポート番号（TCP/UDP））
- IP パケットの TOS 値または IPv6 パケットの Traffic Class 値
- プロトコル番号

IP パケットに対する予約フィルタは、ルーティングパケットだけをチェックします。

パケットが「ブリッジ機能」により回線上に出力していた場合は、以下の条件で指定します。

- あて先情報（MAC アドレス）
- 送信元情報（MAC アドレス）
- フレームフォーマット情報（Ether タイプ値／ LSAP 値）
- VLAN タグ付きフレーム解析の有無

補足 本装置では TOS フィールド全体を 0x00 〜 0xff で指定できますが、RFC791 では TOS を規定しています。「• RFC791 Internet Protocol」（P.68）を参照してください。

ヒント

◆ **予約フィルタの優先順位**

予約フィルタは、1 つのパケットが複数のフィルタリング条件に一致する場合があります。その場合、定義番号の小さいものが優先されます。

2.17.1　トラフィックがあるストリーム数によるバンド幅の変動

各ストリームが利用できるバンド幅は、トラフィックがあるストリーム数により変動します。

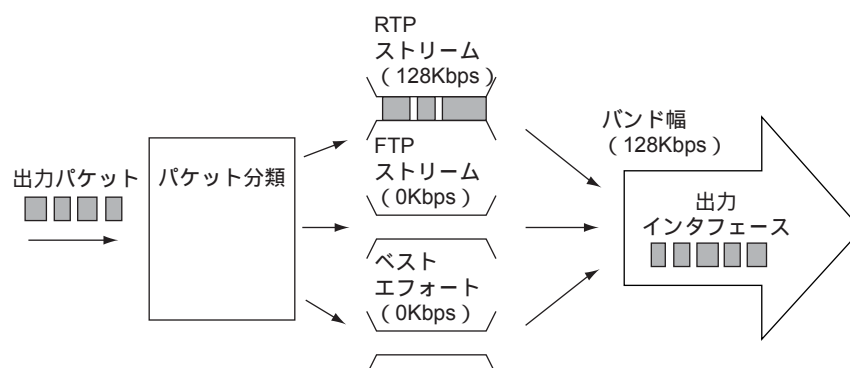
以下の条件を設定している場合を例に説明します。

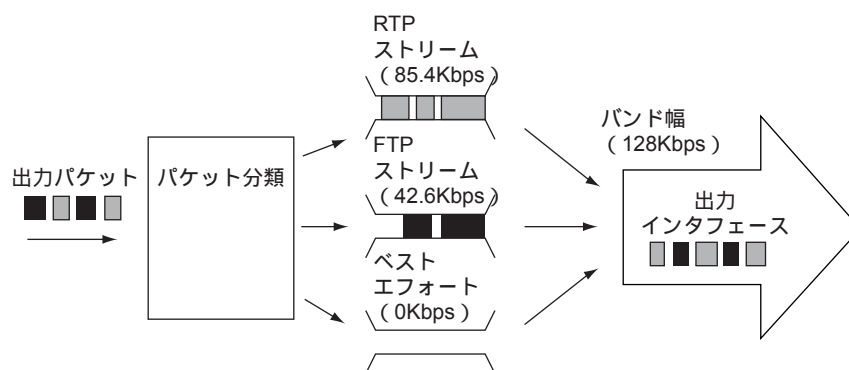
● **WFQ の設定**

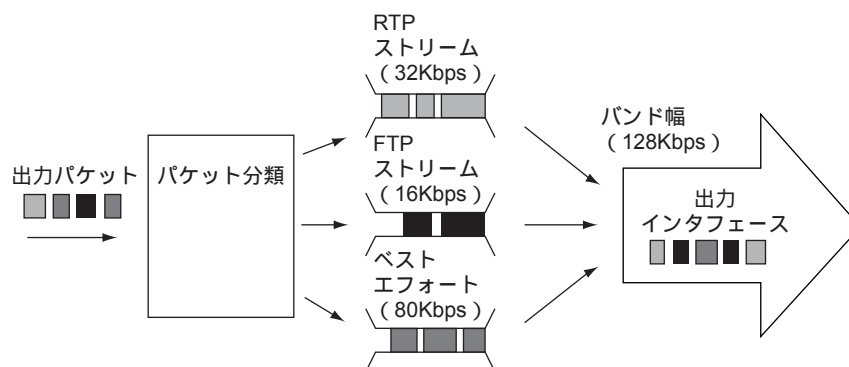
- インタフェース：バンド幅＝ 128Kbps
- RTP ストリーム：バンド幅＝ 32Kbps
- FTP ストリーム：バンド幅＝ 16Kbps
- ベストエフォートストリーム：バンド幅＝ 80Kbps

1 つのストリームにトラフィックがある場合

3 つのストリームのうち、1 つのストリームにだけトラフィックがある場合、その 1 つのストリームがインタフェースのすべての帯域を使用します。

以下のように RTP ストリームにだけトラフィックがある場合、128Kbps のすべて帯域を使用することができます。

2 つのストリームにトラフィックがある場合

以下のように RTP ストリームと FTP ストリームにトラフィックがあります。ベストエフォートストリームにトラフィックがない場合、トラフィックがあるストリームの予約バンド幅の比率でパケットをスケジューリングします。
RTP ストリームと FTP ストリームの予約バンド幅の比率が 32：16 の場合、この比率で 128Kbps の帯域を分割します。RTP ストリームは 85.4Kbps、FTP ストリームは 42.6Kbps の帯域を使用することができます。

3 つのストリームすべてにトラフィックがある場合

すべてのストリームにトラフィックがある場合は空いている帯域はありません。予約したバンド幅に従ってパケットをスケジューリングします。

こんな事に気をつけて

予約ストリームに設定するバンド幅は 100%以上の負荷がかかったときの最大帯域であり、ほかのストリームが使用していない場合は空いている帯域を使って通信できます。

☛ 参照 コマンド設定事例集「2.17 帯域制御（WFQ）機能を使う」（P.243）
Web 設定事例集「2.17 帯域制御（WFQ）機能を使う」（P.521）

2.18 DHCP 機能

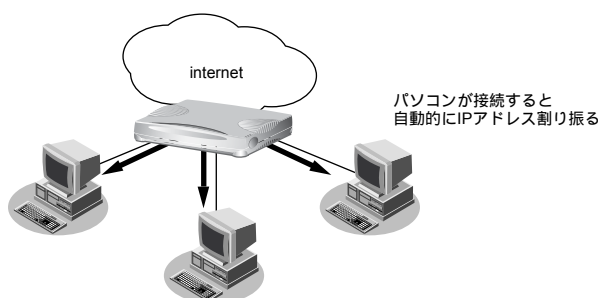
DHCP 機能は、IPv4 DHCP 機能と IPv6 DHCP 機能があります。

以下に、それぞれの機能について説明します。

2.18.1　IPv4 DHCP 機能

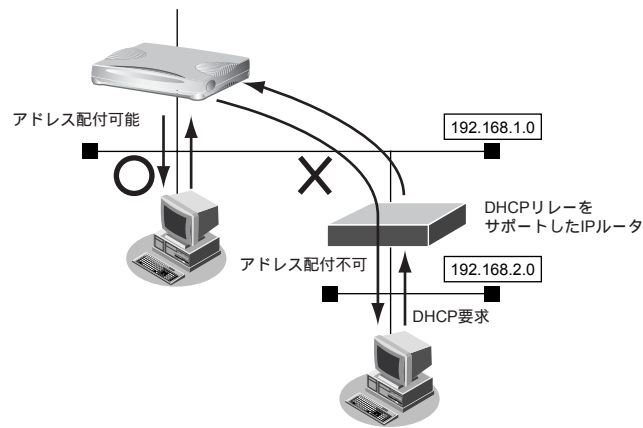
IPv4 DHCP 機能は、IP アドレスなどの情報を端末に割り振ったり（サーバ機能）、DHCP サーバから IP アドレスなどの情報を取得したり（クライアント機能）、DHCP サーバから配布される情報を遠隔地の DHCP クライアントに中継する（リレーエージェント機能）機能です。

DHCP サーバ機能

DHCP サーバ機能とは、IP アドレスなどの情報を端末に動的に割り振る機能です。この機能を使用して、DHCP クライアント機能を持っている端末に IP アドレスを自動的に割り当てます。割り当てた IP アドレスは、クライアントの MAC アドレスと対応付けして管理します。したがって、本装置配下の LAN に DHCP クライアント機能を持つ端末を接続する場合は、端末側に IP アドレスを設定する必要はありません。Windows® では DHCP クライアント機能をサポートしています。

本装置はクライアントに IP アドレスを割り振る場合、ICMP ECHO パケットにより、すでに特定の IP アドレスを割り当てられているホストが存在しないかどうかをチェックします。これにより、IP アドレスが重複する危険性を取り除くことができます。

実際の設定では、割り当てる IP アドレスの開始 IP アドレスと割り振ることができる IP アドレスの最大個数を設定します。本装置の IP アドレスの割り当て個数は、仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.21）を参照してください。

こんな事に気をつけて

本装置の DHCP サーバ機能は、本装置の LAN 側ネットワークだけに IP アドレスを配布することができます。DHCP リレーをサポートした IP ルータを中継して、IP アドレスを配布することはできません。

以下に、本装置の DHCP サーバ機能の設定内容を示します。

オプションの種類	設定範囲	意味
Subnet Mask	1~32	サブネットマスク
Router Option	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254	デフォルトゲートウェイ
Domain Name Server Option	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254	プライマリ DNS サーバアドレス セカンダリ DNS サーバアドレス
Network Time Protocol Servers Option	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254	NTP サーバアドレス
Time Server Option	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254	TIME サーバアドレス
WINS Server Option	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254	プライマリ WINS サーバアドレス セカンダリ WINS サーバアドレス
SIP Server Option	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254 または、 最大 80 文字の英数字	プライマリ SIP サーバアドレス セカンダリ SIP サーバアドレス または、 プライマリ SIP サーバドメイン名 セカンダリ SIP サーバドメイン名
Domain Name	最大 80 文字の英数字	ドメイン名
割り当て IP アドレス数	1 ～ 253	IP アドレスを割り当てる最大数を設定します。
割り当て開始アドレス	1.0.0.1 ～ 126.255.255.254 128.0.0.1 ～ 191.255.255.254 192.0.0.1 ～ 223.255.255.254	割り当てる IP アドレスの開始アドレスを設定します。 設定したアドレスをはじめとして、より大きいアドレスを順に割り当てます。
割り当て時間	1 秒～ 1 年 無限	リース期間 0s と設定すると、リース期間が無限になります。 1 秒以上 59 秒以下を設定すると、リース期間を 1 分として扱います。

DHCP クライアント機能

DHCP クライアント機能は、DHCP サーバから IP アドレスなどの情報を取得する機能です。使用する場合は、DHCP サーバが動作している LAN に接続する必要があります。利用者は、IP アドレスを意識することなくネットワークを利用できます。

本装置の DHCP クライアント機能は、以下の情報を受け取って動作します。

- IP アドレス
- ネットマスク
- リース期間
- デフォルトルータの IP アドレス
- DNS サーバの IP アドレス
- TIME サーバの IP アドレス
- NTP サーバの IP アドレス
- ドメイン名
- リース更新時間

本装置でデフォルトルータの IP アドレスを受け取ると、自動的に優先度 0 のデフォルトルートがスタティック経路として生成されます。このスタティック経路は、スタティック経路情報の設定を行うことにより、デフォルトルート以外の任意のあて先や、優先度 0 以外に変更することができます。
このスタティック経路と、ほかの同じあて先への経路情報で冗長構成を行う場合は、それぞれの経路情報に 0 以外の値で優先度を設定してください。

参照 スタティック経路情報の設定については、コマンドリファレンス - 構成定義編 -「 lan ip route」を参照してください。
Web リファレンス「10.1.2.5 スタティック経路情報」（P.60）

DHCP リレーエージェント機能

DHCPクライアントは、同じネットワーク上にあるサーバから、IPアドレスなどの情報を獲得することができます。

DHCP リレーエージェントは、遠隔地にある DHCP クライアントの要求を DHCP サーバが配布する情報を中継する機能です。この機能を利用することで、遠隔地の別のネットワークに DHCP サーバが存在する場合も同様に情報を獲得することができます。

参照 コマンド設定事例集「2.18.1 DHCP サーバ機能を使う」（P.246）、
「2.18.2 DHCP スタティック機能を使う」（P.248）、「2.18.3 DHCP クライアント機能を使う」（P.250）、
「2.18.4 DHCP リレーエージェント機能を使う」（P.251）
Web 設定事例集「2.18.1 DHCP サーバ機能を使う」（P.526）、
「2.18.2 DHCP スタティック機能を使う」（P.529）、「2.18.3 DHCP クライアント機能を使う」（P.531）、
「2.18.4 DHCP リレーエージェント機能を使う」（P.533）

MAC アドレスチェック機能

MAC アドレスチェック機能は、DHCP サーバ機能または DHCP リレーエージェント機能を使用する際、DHCP クライアントの MAC アドレスが許可されたものかどうかをチェックする機能です。DHCP の要求の受付を許可する MAC アドレスの登録には、ホストデータベース、AAA 情報および RADIUS サーバが使用できます。

なお、DHCP クライアントに配布する IP アドレスを、AAA 情報または RADIUS サーバに設定することもできます。

AAA 情報および RADIUS サーバに設定する場合は、ID およびパスワードとして MAC アドレスを 16 進数 12 桁（コロンで区切らない）の小文字で設定してください。

IP アドレスは、Framed-IP-Address アトリビュート（AAA 情報に設定する場合は、コマンドであれば aaa user ip address remote コマンド、Web 設定であれば「設定メニュー」→ルータ設定「AAA 情報」→［グループ ID 情報］→［追加］→［AAA ユーザ情報］→［追加］→［IP 関連］→［IP 基本情報］の相手側 IP アドレス）に設定してください。

2.18.2　IPv6 DHCP 機能

IPv6 DHCP 機能は、IPv6 プレフィックスなどの情報を IPv6 DHCP クライアントに配布したり（サーバ機能）、プロバイダの IPv6 DHCP サーバから IPv6 プレフィックスなどの情報を取得する（クライアント機能）機能です。

IPv6 DHCP サーバ機能

本装置では、IPv6 DHCP サーバ機能を使用して、IPv6 アドレス、IPv6 プレフィックスとパラメタの配布をサポートしています。

以下に、IPv6 DHCP サーバ機能で配布できる項目および配布数を示します。

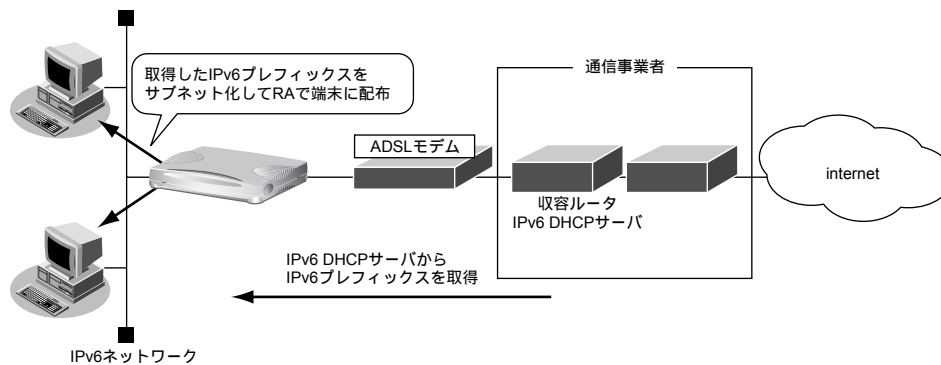
項目	配布数
動的に割り当てる IPv6 アドレス	300
静的に割り当てる IPv6 アドレス	ホストデータベース定義数
IPv6 プレフィックス	1
DNS サーバアドレス	2
DNS ドメイン名	1
SIP サーバアドレス	2
SIP ドメイン名	2
SNTP サーバアドレス	2

こんな事に気をつけて

本装置の IPv6 DHCP サーバ機能は、本装置に接続されたネットワークだけに配布することができます。

IPv6 DHCP クライアント機能

本装置では、IPv6 DHCP クライアント機能を使用して、IPv6 プレフィックスとパラメタの取得をサポートしています。

本機能を利用すると、プロバイダから取得したIPv6プレフィックスをサブネット化して、Router Advertisement Message（RA）で下流ネットワークに64ビットのIPv6プレフィックスを配布することができます。

以下に、IPv6 DHCP クライアント機能で取得できる項目および取得数を示します。

項目	取得数
IPv6 プレフィックス	1
DNS サーバアドレス	2
DNS ドメイン名	1
SIP サーバアドレス	2
SIP ドメイン名	2
SNTP サーバアドレス	2

本装置でサポートするIPv6 DHCP機能は、以下のRFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC3315：Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6（DHCPv6）
- RFC3319：Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv6) Options for Session Initiation Protocol （SIP） Server
- RFC3633：IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）version 6
- RFC3646：DNS Configuration options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6（DHCPv6）
- RFC4075：Simple Network Time Protocol (SNTP) Configuration Option for DHCPv6

以下に、本機能でサポートするIPv6 DHCPメッセージを示します。

○：サポートする、×：サポートしない

IPv6 DHCPメッセージ	サーバ機能	クライアント機能
Solicit	○	○
Advertise	○	○
Request	○	○
Confirm	○	×
Renew	○	○
Rebind	○	○
Reply	○	○
Release	○	○
Decline	○	×
Information-Request	○	×

以下に、本機能でサポートするIPv6 DHCPオプションを示します。

○：サポートする、×：サポートしない

IPv6 DHCPオプション	サーバ機能	クライアント機能
OPTION_CLIENTID	○	○
OPTION_SERVERID	○	○
OPTION_IA_NA	○	×
OPTION_IA_ADDR	○	×
OPTION_ORO	○	○
OPTION_PREFERENCE	○	○
OPTION_ELAPSED_TIME	○	○
OPTION_STATUS_CODE	○	○
OPTION_SIP_SERVER_D	○	○
OPTION_SIP_SERVER_A	○	○
OPTION_DNS_SERVERS	○	○
OPTION_DOMAIN_LIST	○	○
OPTION_IA_PD	○	○
OPTION_IAPREFIX	○	○
OPTION_SNTP_SERVERS	○	○
OPTIONS_PREFIXDEL	×	○
OPTIONS_PREFIX_INFO	×	○

参照　コマンド設定事例集「2.18.5 IPv6 DHCPクライアント機能を使う」（P.252）、
「2.18.6 IPv6 DHCPサーバ機能を使う」（P.254）、
「2.18.7 IPv6 DHCPクライアント機能で取得した情報をIPv6 DHCPサーバ機能で配布する」（P.256）
Web設定事例集「2.18.5 IPv6 DHCPクライアント機能を使う」（P.535）、
「2.18.6 IPv6 DHCPサーバ機能を使う」（P.539）、
「2.18.7 IPv6 DHCPクライアント機能で取得した情報をIPv6 DHCPサーバ機能で配布する」（P.542）

2.19 DNS サーバ機能

DNS サーバ機能とは、LAN インタフェース内の端末への DNS 要求に対して、上位 DNS サーバ（たとえば、プロバイダの DNS サーバ）を中継しないで、本装置が持っている情報を返すことができる機能です。

DNS サーバ機能を使用する場合、端末は DNS アドレスとしてルータの IP アドレスを設定します。端末が DHCP クライアントの場合は、DHCP サーバが通知する DNS アドレスとしてルータの LAN ポートの IP アドレスを通知する必要があります。

本装置には、以下の 2 種類の DNS サーバ機能があります。

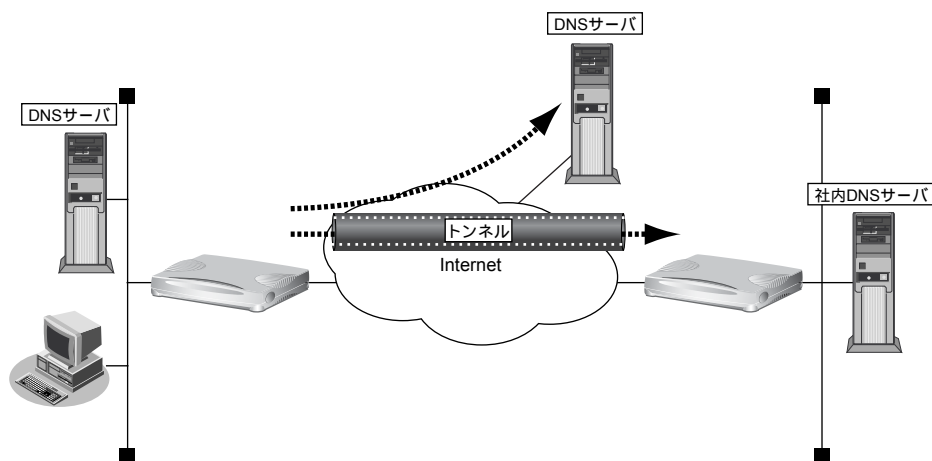
- DNS サーバ（スタティック）機能
- ProxyDNS（DNS 振り分け）機能

2.19.1　DNS サーバ（スタティック）機能

ドメイン名（FQDN：Fully Qualified Domain Name）と IP アドレスの組を静的に設定します。DNS クライアントからの問い合わせ（順引き、逆引き）に対し、設定したエントリを検索し、該当エントリが見つかった場合は応答します。見つからなかった場合は、上位 DNS サーバに問い合わせます。逆引き（IP アドレスから名前を応答）する場合は、応答パケット内に含まれる TYPE と CLASS を、TYPE=A（1 a host address）、CLASS IN（1 the Internet）固定とします。

スタティックテーブルは最大で 64 エントリです。

2.19.2　ProxyDNS（DNS 振り分け）機能

ProxyDNS（DNS 振り分け）機能は、DNS 機能を使用した場合に問い合わせられた URL（順引き）または IP アドレス（逆引き）により、本装置が問い合わせ先の DNS サーバを自動的に割り振ることができます。そのため、DNS を使用しないで、以下のような環境をリモートサイト側に実現できます。

本装置が端末から DNS の Query メッセージを受信した場合、DNS 振り分けテーブル内に、問い合わせ先のドメイン名と一致するエントリが存在するかどうかをチェックします。一致するエントリが存在する場合は、その一致したエントリの DNS アドレスにメッセージを転送します。一致するエントリが存在しない場合は、デフォルト DNS アドレスにメッセージを転送します。

文字列の後ろから順に設定された文字列長を比較し、すべての文字列が一致している場合に、エントリと一致したと判断します。また、"＊"は特別な文字として、"＊"以降の比較は行わずに該当エントリを一致したと判断します。

設定例）

- ドメイン名　：DNS サーバアドレス
- www.fujitsu.co.jp　：1.1.1.1
- ftp.fujitsu.co.jp　：2.2.2.2
- *.is.fuku.fujitsu.co.jp　：3.3.3.3

デフォルトDNSサーバの設定ができ、上記でエントリを検索できなかった場合は、デフォルトサーバに問い合わせます。
DNS 振り分けテーブルは最大 32 エントリです。

参照 コマンド設定事例集「2.19 DNS サーバ機能を使う（ProxyDNS）」（P.258）
Web 設定事例集「2.19 DNS サーバ機能を使う（ProxyDNS）」（P.546）

2.20 SNMP 機能

SNMP（Simple Network Management Protocol）とは、IP 層および TCP 層レベルの情報を収集、管理するための IP 管理用のプロトコルです。

SNMP 機能では、管理する装置を SNMP マネージャ、管理される装置を SNMP エージェントと言います。

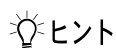
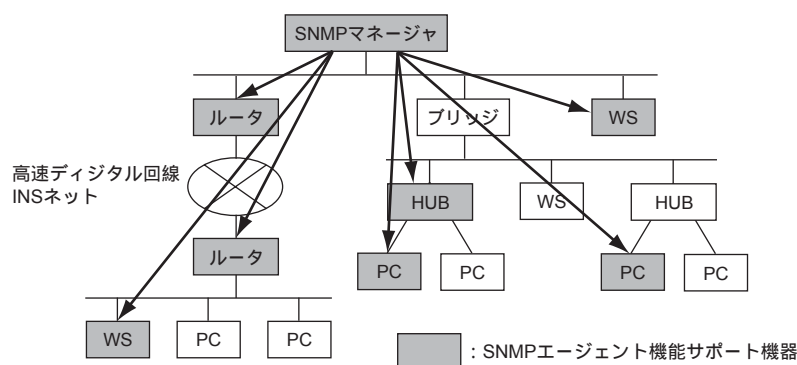
SNMP 機能でネットワークを管理する場合、管理する側は SNMP マネージャ機能を、管理される側は SNMP エージェント機能をサポートしている必要があります。

SNMP マネージャ機能は、ネットワーク上の端末の稼動状態や障害状態を一元管理します。SNMP エージェント機能は、SNMP マネージャの要求に対して MIB（Management Information Base：管理情報ベース）という管理情報を返します。

SNMP 機能は、この 2 つの機能を使用して、SNMP マネージャと SNMP エージェントとの間で MIB に定義されたパラメタを送受信してネットワークを管理します。

本装置では、SNMPv1、SNMPv2c および SNMPv3 をサポートします。また、標準 MIB および富士通拡張 MIB をサポートしています。

参照 仕様一覧「3.1 標準 MIB」（P.27）、「3.2 富士通拡張 MIB」（P.48）

SNMP 機能による管理

ヒント

◆ MIB とは

MIB には、装置のベンダに関係ない標準 MIB と装置ベンダ固有の拡張 MIB があります。RFC1213 などで定義される標準 MIB は、管理ノードのそれぞれの管理対象（オブジェクト）にアクセスするための仮想の情報領域です。RFC では、SNMP エージェントが実装すべき管理情報を定義しています。管理情報には、SNMP ノードとしてのシステム情報（システム名や管理者名など）や TCP/IP に関連する統計情報があります。しかし、RFC で定義されている項目では伝送路や HUB などを十分に管理できません。そのため、各種プロトコルの情報や各社の装置ごとのベンダ固有に合わせて MIB を拡張します。これを拡張 MIB と言います。

MIB は ASN.1（Abstract Syntax Notation 1）という形式で定義します。SNMP マネージャが拡張 MIB を管理するためには、SNMP エージェント側でその拡張 MIB を公開して、SNMP マネージャがその拡張 MIB の情報を収集するように定義する必要があります。

参照 コマンド設定事例集「2.21 SNMP エージェント機能を使う」（P.269）
Web 設定事例集「2.21 SNMP エージェント機能を使う」（P.560）

2.20.1　ifIndex の割り当てと ifDescr

本装置での ifIndex の割り当て、および対応する ifDescr を以下に示します。

- 分類

ifIndex	定義／回線との対応
1 ～	基本実装回線
1001 ～	slot0 実装回線
2001 ～	slot1 実装回線
3001 ～	slot2 実装回線
4001 ～	slot3 実装回線
10000 ～	lan 定義
19000	loopback インタフェース
20000 ～	remote 定義
100000000 ～	ap 定義

- 装置実装回線との対応

ifIndex	ifDescr	回線との対応
1	EthernetPort(MB/line0)	LAN0 ポート
2	EthernetPort(MB/line1)	LAN1 ポート（スイッチポート未使用時）
	EthernetPort(MB/switch1)	SW1 ポート（スイッチポート SW 使用時）
3	EthernetPort(MB/switch2)	SW2 ポート
4	EthernetPort(MB/switch3)	SW3 ポート
5	EthernetPort(MB/switch4)	SW4 ポート

- 論理インタフェースごとの構造
  論理インタフェースについて、ifEntry の存在構造を以下に示します。

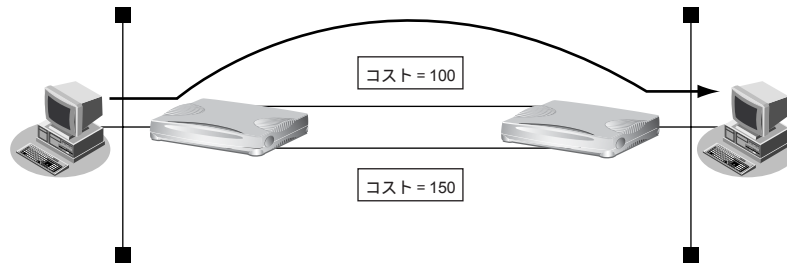
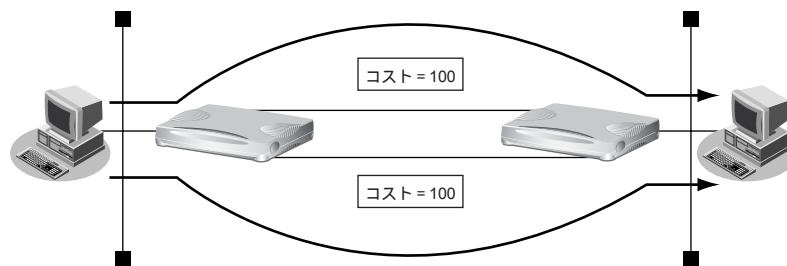
ifIndex	ifDescr	定義との対応
10000 ～	MultiAccessVirtual(lanX)	lan 定義（ifIndex ＝ 10000 ＋ X）
19000	Loopback	loopback 定義
20000 ～	PointToPointVirtaul(remoteX)	remote 定義（ifIndex ＝ 20000 ＋ X）
100000000 ～	P2P_Datalink(remoteXapY)	ap 定義（ifIndex ＝ 100000000 ＋ X × 10000 ＋ Y）

2.21 ECMP 機能

一般的に、ルーティングによる転送先は、経路として設定された 1 つのネットワークに対して到達可能な通信パスが複数ある場合、その通信コストを考慮して、もっとも通信コストの小さい通信パスを唯一に決定します。

ECMP（Equal Cost Multi Path）機能は、同じあて先ネットワークにパケットを送信する場合に、同じ通信コストのパスを併用することによって、通信パスの負荷を分散することができる機能です。

通信パスは、最大 4 つまで同時に利用することができます。

- 一般的なルーティング：通信コストが最小の通信パスだけを利用する場合

- ECMP 機能によるルーティング：同じ通信コストの通信パスを同時利用する場合

ECMP 機能では、スタティックルーティングによる経路設定または OSPF を利用して経路学習を行った場合に、複数の通信パスを同時に利用することができます。

スタティックルートと OSPF を併用した複数パスは構成できません。スタティックルートの範囲で構成される複数の通信パスと OSPF の範囲で構成される複数の通信パスとは独立して設定されます。同じ経路に対してスタティックルートと OSPF の両方の通信パスが存在した場合は、優先度設定に基づいて、どちらかの通信パスが決定されます。

- スタティックルーティングの場合
  経路優先度およびメトリック値が同じスタティックルートは ECMP として同時に利用されます。
- OSPF を利用する場合
  通信パスの経路計算によって同じ通信コストとなった場合に、ECMP として同時利用されます。

こんな事に気をつけて

- ECMP 機能は IPv4 の場合だけ利用できます。
- 特定の通信セッションを特定の通信パスに意図的に通すことはできません。利用する通信パスは、パケット転送時に決定されます。ハッシュ方式を使用した場合も、通信パス数が変化すると、利用される通信パスが変更されることがあります。
- NAT 機能と併用することはできません。また、ECMP 機能によって負荷を分散した通信パスの途中経路で、NAT 機能によってアドレス変換を動作させせることはできません。NAT 機能を利用する場合は、それぞれの通信セッションが同じ通信パスを利用し続けることが必要ですが、ECMP 機能を利用して負荷を分散した場合、同じ通信パスを利用し続けることができなくなることがあります。
- 通信パス選択方式でラウンドロビン方式を選択した場合は、ECMP 機能によって負荷分散する通信パスの途中経路で、パケットの内容を参照して処理を行う機能（IP フィルタリングや TOS 書き換え機能など）を使用しないでください。IP フラグメントされたそれぞれのパケットも別々の通信パスを使用するため、正しく処理できない場合があります。
- PPPoE 通信で常時接続機能を利用しない接続先との通信パスは、認証失敗などの理由で通信できない場合でも通信パスの異常が検出できないため、ECMP 機能の通信パスに利用しないでください。正常に通信することができなくなることがあります。

2.21.1　通信パス選択方法

ECMP 機能では、どの複数の通信パスでパケットを転送するのかを決定するのに、以下の方式があります。

- ラウンドロビン方式
  それぞれの送出パケットに、利用する通信パスを切り替えることができます。通信パスの負荷はほぼ均等に分散しますが、パケットの転送順は保証されません。
- ハッシュ方式
  送出パケットの内容によって、利用する通信パスを選択します。この方法を利用した場合、同じホスト間の通信は同じ通信パスを利用します。そのため、パケットの転送順は保証されますが、通信パスの負荷は偏る場合があります。

本装置では、以下の順序で通信パスを選択します。

（1）　転送パケットの送信元 IP アドレスとあて先 IP アドレスを、32 ビットの値として加算します。

（2）　（1）の結果の上位 16 ビットの値と下位 16 ビットの値を加算し、桁上がりを無視して 16 ビットの値を算出します。

（3）　(2)の結果の上位8ビットの値と下位8ビットの値を加算し､桁上がりを無視して8ビットの値を算出します。

（4）　（3）の結果を利用可能な通信パス数で割った余りを求めます。

（5）　（4）の余りを、以下にあてはめて、通信パスを決定します。
・余りが 0 の場合 ：通信パス 1 を利用
・余りが 1 の場合 ：通信パス 2 を利用
・余りが 2 の場合 ：通信パス 3 を利用
・余りが 3 の場合 ：通信パス 4 を利用

例）送信元 IP アドレスが 192.168.1.1、あて先 IP アドレスが 172.16.254.1 であるパケットについて、
192.168.2.0/24 に到達する通信パス 1、通信パス 2、通信パス 3、通信パス 4 が存在する場合

（1）

	31　24	23　16	15　8	7　0 ビット	
送信元IPアドレス	192	168	1	1	→ c0a80101（16進数）
あて先IPアドレス	172	16	254	1	→ ac10fe01（16進数）

それぞれを加算します。
c0a80101 + ac10fe01 = 16cb8ff02（16 進数）
桁上がりを無視して 32 ビットの値にすると 6cb8ff02（16 進数）となります。

（2）（1）の結果の上位 16 ビットと下位 16 ビットを加算します。
6cb8 + ff02 = 16bba（16 進数）
桁上がりを無視して 16 ビットの値にすると 6bba（16 進数）となります。

（3）（2）の結果の上位 8 ビットと下位 8 ビットを加算します。
6b + ba = 125（16 進数）
桁上がりを無視して 8 ビットの値にすると 25（16 進数）となります。この値を 10 進数で表すと 37 になります。

（4）（3）の結果の 37 を 4 で割った余りを求めると 1 となります。

（5）（4）の結果により、通信パス 2 の利用が決定されます。

2.21.2　通信バックアップ機能

通信バックアップ機能と併用することによって、通信パスの一部に障害が発生した場合、正常な通信パスを利用して通信を継続することができます。これによって、正常時には複数通信パスを利用して負荷を分散し、通信障害発生時には利用可能な通信パスを利用して通信を継続することができます。

☛ 参照　コマンド設定事例集「2.22 ECMP 機能を使う」（P.272）
Web 設定事例集「2.22 ECMP 機能を使う」（P.566）

2.22 VRRP 機能

VRRP 機能とは、動的に経路制御（RIP など）できない端末から、別のネットワークへの通信に使用しているルータがなんらかの理由で中継できなくなった場合、自動でほかのルータが通信をバックアップする機能（簡易ホットスタンバイ機能）です。また、VRRP のグループを複数設定することで、通信の負荷分散と冗長構成を実現する機能（クラスタリング機能）もサポートしています。

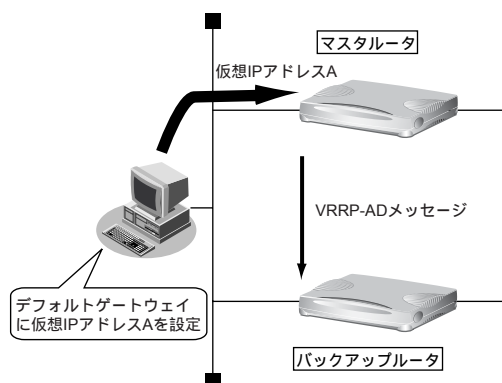
VRRP 機能は 2 つ以上のルータがグループを形成し、1 台のルータ（仮想ルータ）のように動作します。グループ内の各ルータには優先度が設定されており、その優先度に従ってマスタルータ（実際にルーティングを行う装置）とバックアップルータ（マスタルータで異常を検出したときにルーティング処理を引き継ぐ装置）を決定します。また、グループごとに仮想 IP アドレスを設定し、マスタルータがグループあてのパケットを処理します。

動的な経路制御をサポートしていない端末では、静的経路のデフォルトルータとして仮想 IP アドレスを設定することで、仮想ルータを使用した信頼性の高い通信を実現できます。

さらに、2 つ以上のルータで複数のグループをマスタルータが分散するように設定し、端末ごとにデフォルトルートの仮想ルータを分けて設定することで、負荷分散と冗長構成のクラスタリング機能も実現できます。

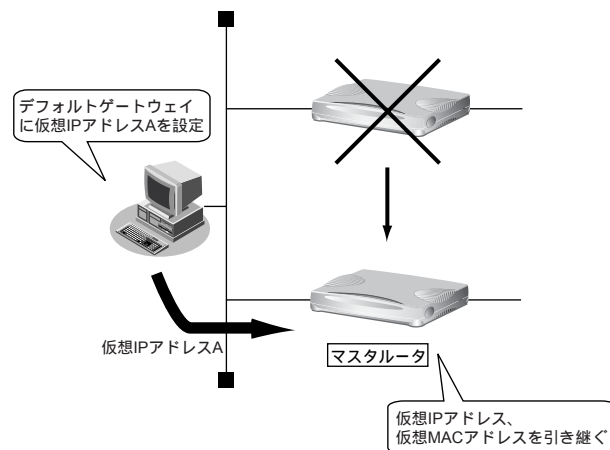
VRRP 機能を使用するときのルータの動作を以下に説明します。

2.22.1　簡易ホットスタンバイ機能

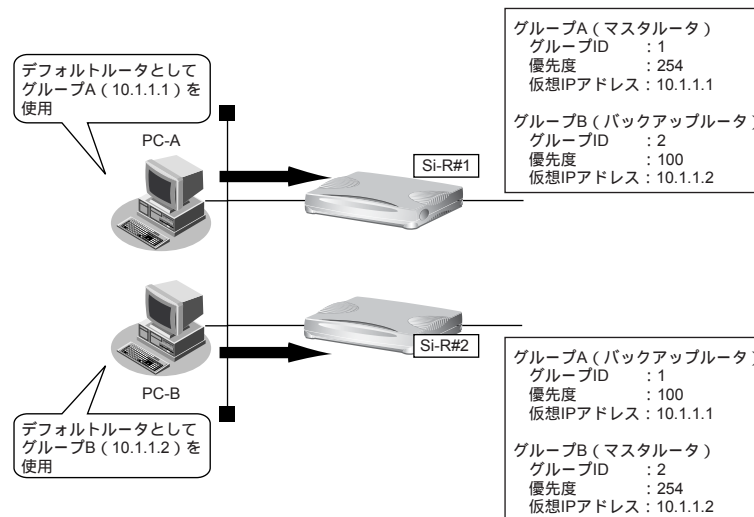
- 通常時の動作
  VRRP 機能を使用している場合、マスタルータは、定期的にバックアップルータに VRRP-AD メッセージ（VRRP Advertisement message:VRRP 広報メッセージ）を送信します。バックアップルータは、マスタルータからの VRRP-AD メッセージを受信することで、マスタルータが正常に動作していると判断します。
  マスタルータでは、仮想 IP ／ MAC アドレスあてのパケットは処理されますが、バックアップルータではすべて破棄されます。

- 障害発生時の動作
  マスタルータがダウンすると、VRRP-AD メッセージは送信されません。よって、バックアップルータでは、最後に VRRP-AD メッセージを受信してからマスタルータのダウン検出時間までに次の VRRP-AD メッセージが受信できなかった場合、マスタルータがダウンしたと判断します。バックアップルータは、仮想 IP アドレスと仮想 MAC アドレスを引き継いで、マスタルータとして動作します。マスタルータのダウン時間は、以下の計算式で計算されます。

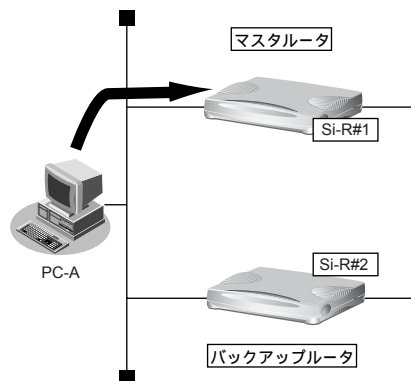
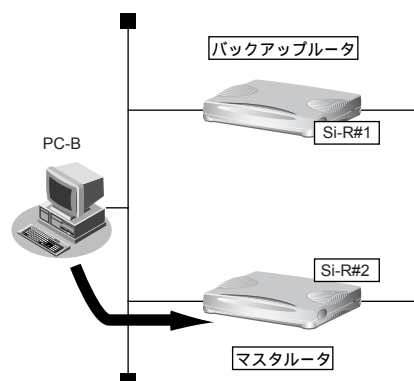
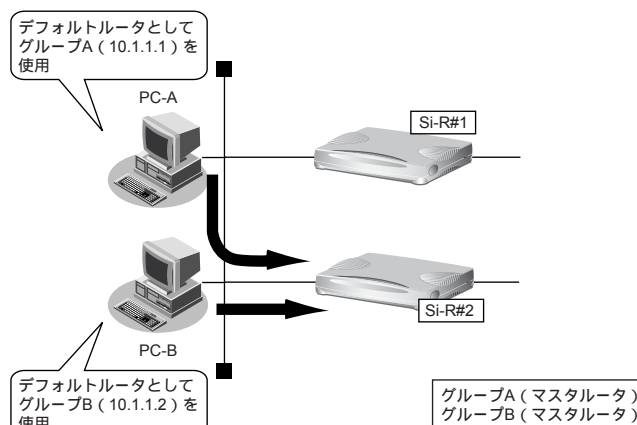
  VRRP-AD メッセージ送信間隔 × 3 ＋ Skew_Time［秒］

  Skew_Time　：マスタルータがダウンした際に、より優先度の高いバックアップルータがスムーズに切り替われるようにするための誤差であり、以下の計算式で計算されます。

  Skew_Time = （256 - VRRP 優先度）/ 256［秒］

- ダウントリガ
  ダウントリガが適用された場合、VRRP グループの現在の優先度から指定した値を減算した優先度の VRRP ルータとして動作します。
  - インタフェースダウントリガ
    ケーブル抜け、同期はずれ、または PVC 状態確認手順によって通信不可と判断された該当インタフェースに設定されたダウントリガを適用します。
  - ルートダウントリガ
    指定したあて先経路が、指定したインタフェースのルーティングテーブルに存在しない場合、ダウントリガを適用します。
  - ノードダウントリガ
    指定したインタフェースから指定したあて先に ICMP ECHO パケットを送出し応答がない場合、ダウントリガを適用します。
- 障害復旧時の動作
  グループ内でもっとも優先度の高いルータが復旧した場合、同じグループ内のマスタルータはマスタルータを放棄し、バックアップルータとなります。
  自動復旧を望まない環境ではプリエンプトモードを off にすることで、自動復旧を禁止することができます。その場合は、保守作業完了後に「操作メニュー」の「VRRP 手動切り戻し」または vrrp preempt-permit コマンドを実行することでマスタルータの切り替え（切り戻し）ができます。

2.22.2　クラスタリング機能

- 通常時の動作
  PC-A グループは VRRP グループ A を、PC-B グループは VRRP グループ B をデフォルトルータとして設定することで、負荷分散を実現できます。また、グループごとにバックアップルータが存在して、ルータを相互にバックアップしているので、グループ A のマスタルータがダウンした場合でもバックアップルータが処理を引き継ぐことができます。

上の図を PC-A グループ、PC-B グループから見たときの構成は以下のようになります。

PC-A グループから見たときの構成

PC-B グループから見たときの構成

- 障害発生時の動作
  Si-R#1 がダウンしたとき、グループ A に対するマスタルータは Si-R#2 に引き継がれます。切り替え動作については、「2.22.1 簡易ホットスタンバイ機能」（P.88）を参照してください。

- ダウントリガ
  ダウントリガが適用された場合、VRRP グループの現在の優先度から指定した値を減算した優先度の VRRP ルータとして動作します。
  トリガの種類については、「2.22.1 簡易ホットスタンバイ機能」（P.88）を参照してください。
- 障害復旧時の動作
  「2.22.1 簡易ホットスタンバイ機能」（P.88）と同様の手順で切り替えが発生します。

こんな事に気をつけて

- **VRRP 機能は IPv4 だけサポートしています。**
- **同一のインタフェースに定義可能な VRRP グループは最大 2 つまでです。**
- **VRRP グループのグループ ID は、同一装置内で重複しないように設定してください。**
- **VRRP グループに割り当てる仮想 IP アドレスと実 IP アドレスは、必ず同じサブネットになるよう設定することをお勧めします。**
- **同一グループには最大 2 台まで属することができます。**
- **同一グループとして使用できるルータは VRRP をサポートする Si-R brin シリーズだけです。**
- **本装置の電源の投入、マスタルータでの設定反映、または装置リセットを実行した場合、バックアップルータがマスタルータとなることがあります。**
- **VRRP 機能によって切り替えが発生したあと、通信可能となるまでの時間は使用している経路制御プロトコルに依存します。**
- **VRRP 機能を使用している場合、マスタルータは、VRRP-AD（VRRP Advertisement message：VRRP 広報メッセージ）をバックアップルータに定期的に送信します。バックアップルータは、マスタルータからの VRRP-AD メッセージを受信することで、マスタルータが正常に動作していると判断します。バックアップルータは VRRP-AD メッセージを最後に受信してから一定時間内に次の VRRP-AD メッセージを受信できなかった場合、マスタルータがダウンしたと判断し、新たなマスタルータとして動作します。**
- **ノードダウントリガを使用する場合、相手ノードに ICMP ECHO パケットを定期的に送信します。そのため、定額制ではない回線を使用している場合は、超過課金の原因になることがあります。このような環境ではノードダウントリガを使わないでください。ルートダウントリガで指定したあて先経路に対してスタティックルートが存在する場合、ルートダウントリガは発生しません。また、ルートダウントリガで指定したあて先経路とすべて同じ経路情報ではない場合でも、デフォルトルートまたはネットワークマスク（プレフィックス長）がより小さい同じネットワークの経路情報が存在したときは、ルートダウントリガは発生しません。**
- **簡易ホットスタンバイ機能を使用する場合、ブリッジ機能と併用することはできません。また、ルータと接続する HUB は、STP 機能を無効にしてください。STP 機能を有効にすると、簡易ホットスタンバイで連携している装置と無関係なケーブルの抜き差しによって、故障を検出することがあります。**

- VRRP 機能と併用して、以下の機能を使用する場合は注意が必要です。
  －マルチ NAT 機能　：切り替え発生時に端末からの通信が途切れることがあります。
  － DHCP サーバ機能（IPv4）：DHCP スタティック機能を使用しない場合、IP アドレスを更新すると別の IP アドレスが割り当てられることがあります。
  － IP フィルタリング機能　：切り替え発生時に端末からの ftp が途切れることがあります。
  －課金制御機能　：切り替え発生時に課金情報は引き継がれません。課金情報の累計は 0 から再スタートとなります。
  － Proxy DNS　：仮想ルータの IP アドレスを DNS サーバのアドレスとして使用することはできません。
  － VPN 機能　：マスタルータとバックアップルータは同じ IPsec トンネル（対象パケットとトンネル出口の IP アドレスが同じ）を設定しないでください。同じ IPsec トンネルを設定した場合、相手装置からの送信パケットを正しいルータで受信することができません。また、自動鍵交換は、仮想 IP アドレスを使用することはできません。
- VRRP 機能は、DNS サーバ機能、タイムサーバ機能および動的VPN サーバ機能といった本装置上で動作する各種サーバ機能の冗長化を目的として利用することはできません。

参照　コマンド設定事例集「2.23 VRRP 機能を使う」（P.277）
Web 設定事例集「2.23 VRRP 機能を使う」（P.598）

2.23 ブリッジ機能

ブリッジ機能とは、異なる LAN を接続し、MAC フレームを中継する機能です。接続形態には、LAN-LAN 接続と LAN-WAN 接続の 2 つがあります。

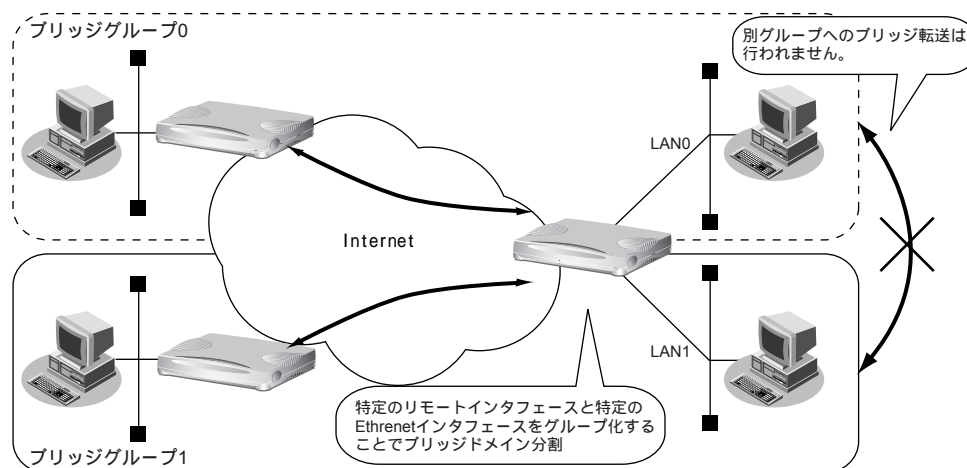
LAN-WAN 接続でブリッジ接続可能な接続先種別は、以下のとおりです。

- IP トンネル（Ethernet over IP ブリッジ）

本装置では、以下の 3 つの機能をサポートしています。

- ブリッジドメインを分割するためのブリッジグルーピング機能
- IP フレームの転送方式（ルーティング／ブリッジ）の選択機能
- 物理的にループ形態になっているネットワークで、MAC フレームの中継が無限にループするのを回避するスパニングツリー機能

2.23.1 ブリッジグルーピング機能

ブリッジグルーピング機能とは、各インタフェースにグループ識別子を設定し、それぞれのインタフェースにグループを割り当てることによって、ブリッジ転送が、そのグループ内に閉じた形で行われるようにする機能です。グループを分けることで、以下の図のように、ブリッジ通信を各グループに分離することができます。

こんな事に気をつけて

- ブリッジ学習テーブル生存時間は、グループ 0 に設定した値がすべてのグループで使用されます。
- VLAN インタフェースをブリッジグループに含める場合は、1 つまたは複数のリモートインタフェースと VLAN インタフェースでだけグルーピングできます。
- IP フレームをブリッジする場合、そのブリッジグループに属するインタフェース上では、以下の機能を利用することができます。それ以外の機能は、IP フレームをブリッジするインタフェース上では利用できません。また、複数の LAN インタフェースを同じグループに含めて IP ブリッジをする場合は、同じグループ内で定義番号がもっとも小さい LAN インタフェースでだけ以下の機能を利用できます。
  - FTP（ファームアップデートなど）
  - telnet
  - WWW ブラウザによる設定
  - システムログの送信
  - SNMP エージェント、Trap 送信
  - ダイナミックルーティング

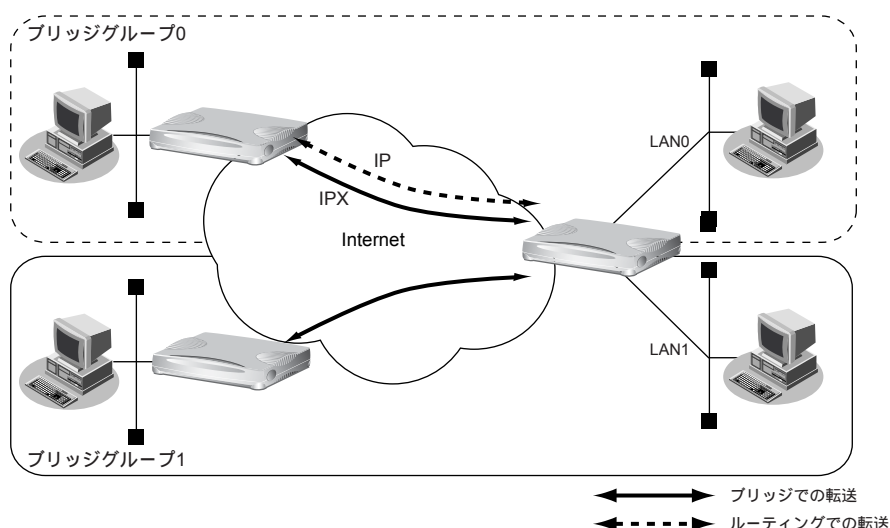
  IP フレームをブリッジする場合に、転送ポリシを loose に設定したときだけ、ブリッジグループ外とブリッジ転送が行われます。また、ブリッジドメイン内は唯一の IP セグメントであることに注意してダイナミックルーティングを使用してください。

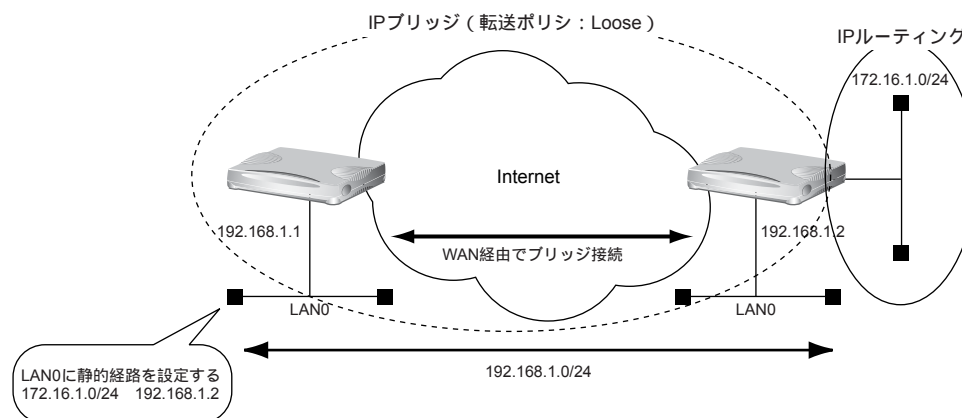
- STP はグループ 0 でだけ動作するため、グループ 0 以外のグループでは冗長リンクを持つなどループを構成するブリッジ構成は行わないでください。ブロードキャストストームが発生して通信できなくなります。また、グループ 0 でループを構成するブリッジ構成を行う場合は、必ず STP を有効にしてください。
- IP をブリッジする場合、WAN 側にはブリッジで中継されるフレームだけが転送され、直接 WAN 側に Ethernet フレームではない IP パケットを送受信することはできません。よって、IP をブリッジする運用形態では、IP に関するすべての設定は LAN インタフェース側で定義します。リモートインタフェースでは、IP に関する設定は定義しないでください。
- WAN 経由で IP をブリッジし、ブリッジ転送を許す場合（転送ポリシが Loose）、たとえ WAN の先に存在するネットワークに対する経路であっても、すべての静的経路の設定は LAN インタフェース側で定義してください。ブリッジによって相手装置の LAN と本装置の LAN が WAN 経由で接続されているため、LAN 側に経路設定を定義すれば、問題なく WAN の先に存在するあて先ネットワークにブリッジで転送されて到達します。

2.23.2　IP フレームの転送方式の選択機能

ブリッジグループ単位で受信した IPv4 または IPv6 のフレームを、ブリッジ対象とするかどうかを選択することができます。通常、受信した IP フレームは、ルーティングで転送されます。しかし、ブリッジグループ内でルーティングを無効にした場合、IP フレームはブリッジで転送されます。

以下に例を示します。

ここでは、グループ 0 では、IP がルーティングで転送され、IP 以外（IPX など）はブリッジで転送されます。グループ 1 では、IP および IP 以外もブリッジで転送されます。

IP フレームをブリッジ対象とした場合、WAN インタフェース上ではブリッジで中継される Ethernet フレームだけが送受信され、直接 WAN 側に Ethernet フレームではない IP パケットを送受信することはできません。

よって、IP フレームをブリッジする運用形態では、IP フレームに関する定義はすべて LAN インタフェース側で行い、リモートインタフェースでは IP フレームに関する定義は行わないでください。WAN を経由して相手装置とブリッジで接続されているため、IP フレームをブリッジ対象として運用する場合は、以下の図のように LAN 側に静的経路の設定を行います。その経路に該当する IP パケットは、LAN 側に送出される過程でブリッジによって WAN 側にも転送されます。そのため、WAN の先に存在するネットワークであっても、LAN 側に静的経路を設定することで、そのネットワークにブリッジ経由で到達することができます。

転送ポリシ

IPv4 または IPv6 のフレームをブリッジで処理する場合、受信した IP フレームのあて先 MAC アドレスが本装置あてでないとき、その IP フレームはそのままブリッジで転送されます。

受信した IP フレームのあて先 MAC アドレスが受信インタフェースあてで、あて先 IP アドレスも受信インタフェースあての場合は、本装置あての IP フレームとして処理します（これによって Ping の応答やファームウェアの更新などが IP フレームをブリッジで転送するインタフェース上でも可能になります）。

しかし、あて先 MAC アドレスが受信インタフェースあての場合でも、あて先 IP アドレスが受信インタフェースあてではないことがあります。あて先 IP アドレスが受信インタフェースあてでなかった場合は、転送ポリシを設定することによって、その IP パケットを転送するかどうかを選択することができます。

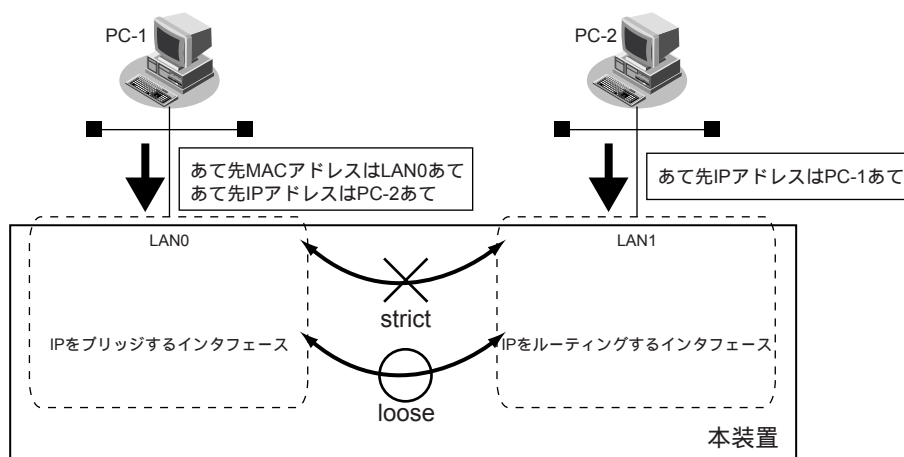
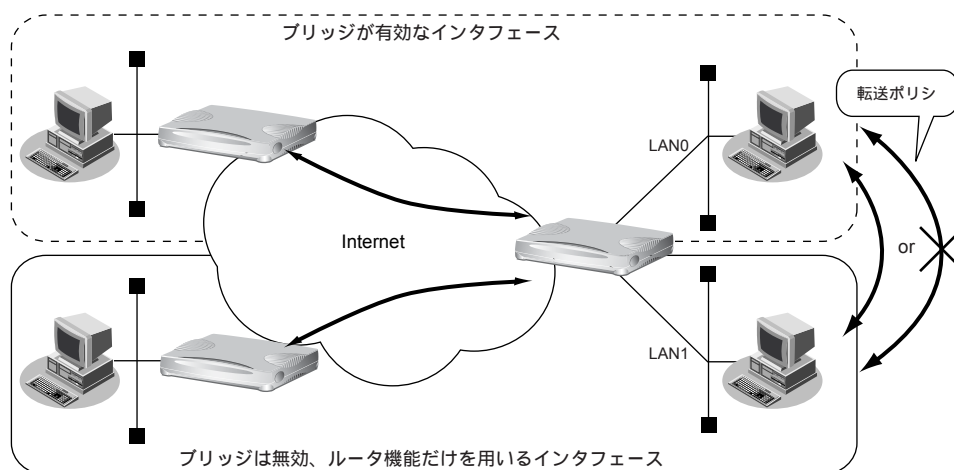
また、IP フレームをルーティングで処理するインタフェースから IP フレームをブリッジで転送するインタフェースへ、ルーティング処理によって受信したパケットを出力する場合も、転送ポリシによって、そのパケットがブロックされるか転送されるかが決まります。

転送ポリシには、以下の 2 つがあります。

- strict
  IPv4 ブリッジを行う場合は、グループ外からグループ内およびグループ内からグループ外へのルーティングによる転送を行いません。
- loose
  IPv4 ブリッジを行う場合は、グループ外からグループ内およびグループ内からグループ外へのルーティングによる転送を行います。

IPv4 ブリッジ動作時にグループ内からグループ外へのルーティングによる転送が行われるのは、受信フレームのあて先 MAC アドレスが受信インタフェースあてであるが、あて先 IP アドレスが受信インタフェースあてでない場合です。

また、IPv4 ブリッジ動作時にグループ外からグループ内へのルーティングによる転送が行われるのは、IPv4 をルーティングするインタフェースで受信したパケットが、ルーティングによって、IPv4 をブリッジするインタフェースへ出力される場合です。

strict の場合、これらの転送をブロックすることで、ブリッジ転送対象外のパケットに対してもグループ内に閉じた通信を行うことができます。

また、以下の図のように、ルータ機能を使用するインタフェースと、ブリッジ機能を使用するインタフェースを同時に動作させることができます。ブリッジが有効なインタフェース上で、IP もブリッジ対象としている場合は、転送ポリシを選択することによって、ルータ機能を用いているインタフェースと IP をブリッジするインタフェースとの間の転送をブロックするかどうかを決めることができます。

複数 LAN を同じグループに設定して IPv4 や IPv6 をブリッジする場合、そのグループ内で定義番号がもっとも小さい LAN インタフェースがレイヤ 3 代表インタフェースとなります。

本装置あての IP 通信や IP 関連の機能は、そのブリッジグループ内ではレイヤ 3 代表インタフェースでだけ使用することができます。上記の運用形態でファームウェアの更新や Web 画面設定などを行う場合は、本装置のレイヤ 3 代表インタフェースに割り当てられた IP アドレスをあて先として作業してください。

また、VLAN インタフェースをブリッジグループに含める場合は、1 つの VLAN インタフェースと、1 つまたは複数のリモートインタフェースのグルーピングだけを行うことができます。複数の VLAN インタフェースのグルーピングや VLAN インタフェースと通常の LAN インタフェースのグルーピングは行うことができません。

2.23.3　スパニングツリー機能

スパニングツリー機能とは、物理的にループを構成するブリッジ構成で、複数ある経路のうちの 1 つだけを通信経路とし、論理的にツリー構造のネットワークを構成する機能です。この機能を使用することによって、システムダウンにつながるようなフレームのループは発生しません。また、使用している経路上になんらかの障害が発生した場合は、自動的にほかの経路を用いてツリー構造を再構成するため、障害に強いネットワークが構築できます。

ヒント

以下にスパニングツリーを構成するうえで重要な語句を説明します。

◆ スパニングツリーを構成するブリッジ

- ルートブリッジ
  システム中で最小のブリッジ識別子を持つブリッジをルートブリッジと言います。ルートブリッジはツリー構造の頂点に位置し、システム中に 1 台だけ存在します。
- 代表ブリッジ
  1 つの LAN に接続された複数のブリッジの中で、最小のルートパスコストを持つブリッジ（ルートブリッジに近い）をその LAN の代表ブリッジと言います。ルートブリッジは接続されているすべての LAN 上で代表ブリッジとなります。

◆ スパニングツリーを構成するブリッジのポート

- ルートポート
  フォワーディング状態のポートであり、各ブリッジで最小のルートパスコストのポートがルートポートとなります。ルートポートは、それぞれのブリッジに必ず 1 つ存在します。
- 代表ポート
  フォワーディング状態のポートです。1 つの LAN 上に複数接続したポートの中に 1 つだけ存在します。ルートブリッジのすべてのポートは、接続された LAN 上の代表ポート（代表ブリッジ）となります。
- ブロッキングポート
  ブロッキング状態のポートであり、MAC フレームは中継しません。ルートポートでも代表ポートでもないポートがブロッキングポートとなります。

  ＜フレームの中継動作＞

  - フォワーディング
    MAC フレームを中継します。また、MAC アドレス情報の学習を行います。
  - ブロッキング
    MAC フレームは中継しません。また、MAC アドレス情報の学習を行いません。

◆ ツリー構造を構成するための要素

- ブリッジ識別子
  ブリッジ識別子は、最小のブリッジプライオリティ（任意に指定）とポート番号のポートが持つ MAC アドレスの 2 つのフィールドから構成されます。ブリッジ識別子とルートパスコストにより、構成するツリー構造の各ブリッジの優先度を決めます。同じ値のブリッジプライオリティが設定されたブリッジは、MAC アドレスにより識別されますが、通常はブリッジプライオリティ＝ブリッジ識別子となります。

ブリッジプライオリティ	MACアドレス
2オクテット	6オクテット

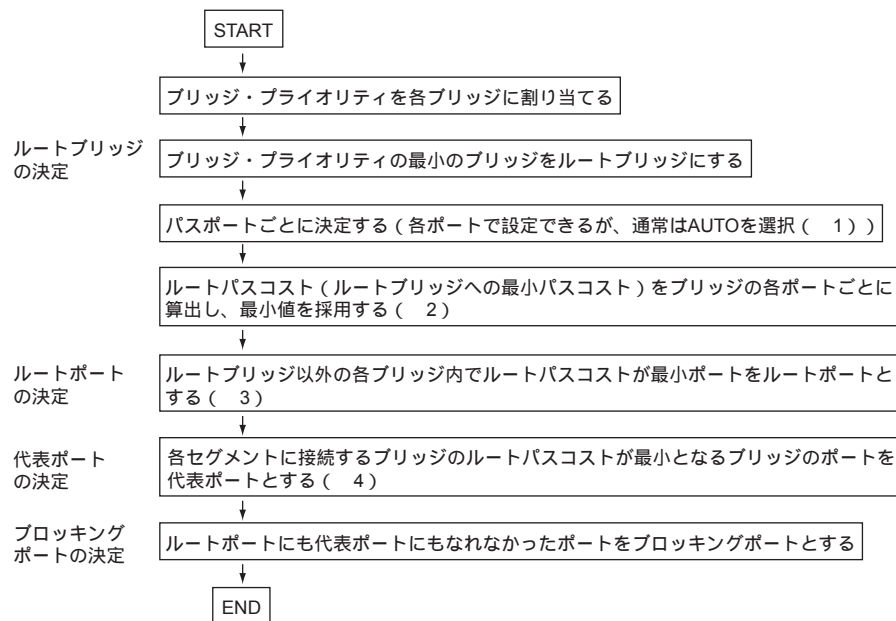
- ルートパスコスト
  各経路にコストが割り当てられると、各ブリッジはそのブリッジからルートブリッジへ達するいくつかの経路にそれぞれ対応して、1つまたは複数のコストを持ちます。この中で最小のコストをブリッジでのルートパスコストと言います。

  参照「＜ルートパスコストの算出＞」（P.105）

- 構成 BPDU
  論理的なツリー構造を構成するためにブリッジ間でやり取りされるブリッジ・プロトコル・データ・ユニット（Bridge Protocol Data Unit）です。ルートブリッジに接続しているすべてのネットワークに、構成 BPDU を定期的に送出します。
  ＜ポートによる構成 BPDU の制御＞
  - 代表ポート
    構成 BPDU を定期的に送信します。
  - ルートポート
    構成 BPDU を受信しますが、送信しません。
  - ブロッキングポート
    構成 BPDU を受信しますが、送信しません。
- STP ドメイン
  1台のルートブリッジを頂点として、スパニングツリーが動作しているエリアを STP ドメインと言います。構成 BPDU の送受信をポートごとに停止できるブリッジは、構成 BPDU の送受信を停止することにより、そのポートを境界に STP ドメインを分離することができます。ドメインを分離する設定にしたポートと STP ドメイン内のポートでのブリッジは正常に中継しますが、ツリー構造は分離されたことになります。
  ポートの種類と状態を以下に示します。

	ポート状態	MAC フレームの中継	MAC アドレスの学習	構成 BPDU の送受信	備考
代表ポート	フォワーディング状態	する	する	定期的に送信する	LAN 上に 1 つ存在 ルートブリッジはすべてのポート
ルートポート	フォワーディング状態	する	する	受信する 送信しない	ルートブリッジ以外のブリッジに必ず 1 つ存在
ブロッキングポート	ブロッキング状態	しない	しない	受信する 送信しない	代表ポート、ルートポート以外のポート
	リスニング状態	しない	しない	受信する 送信する	
	ラーニング状態	しない	する	受信する 送信する	

ルートポート・代表ポート・ブロッキングポートの決定手順

各種ポートの決定手順を以下に示します。

※ 1）本装置は伝送路タイプではなく、伝送速度でポートのデフォルトコストが決まります。
AUTO 選択時のデフォルトコスト値を以下に示します。

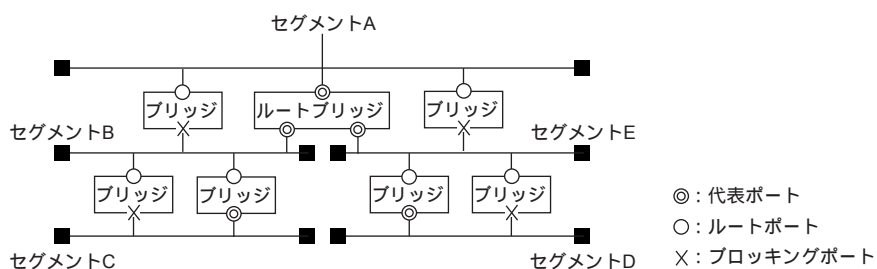
伝送速度	デフォルトコスト値
1M ≧速度	1000
1.5M ≧速度＞ 1M	667
4M ≧速度＞ 1.5M	250
6M ≧速度＞ 4M	167
10M ≧速度＞ 6M	100
16M ≧速度＞ 10M	62
20M ≧速度＞ 16M	50
25M ≧速度＞ 20M	40
40M ≧速度＞ 25M	25
80M ≧速度＞ 40M	12
速度＞ 80M	10

※ 2）・ルートパスコストは、ルートブリッジからの経路で構成 BPDU パケットが入力するポートのパスコストの合計であり、最小値を採用します。
・ルートブリッジのパスコストは 0 です。

※ 3）・ルートポートは、各ブリッジごとに 1 つ存在します。
・ルートパスコストが同じ場合、ポート識別子が小さいポートを採用します。

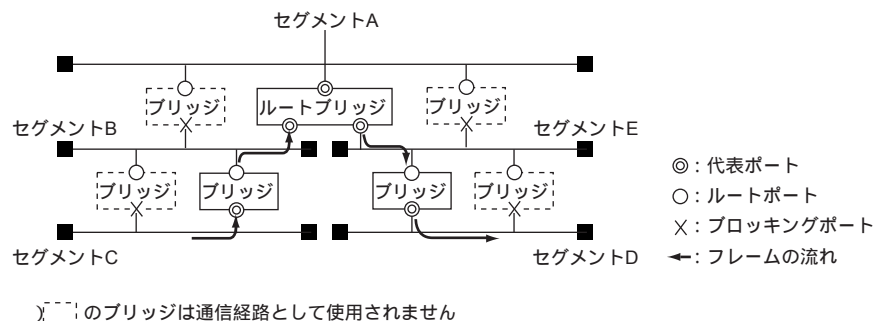
※ 4）・代表ポートは、各セグメントごとに 1 つ存在します。
・最小値となるポートが 2 ポート以上ある場合、ブリッジプライオリティが小さいブリッジのポートを採用します。

スパニングツリーでのフレームと構成BPDUの流れ

以下のような構成（ポート状態）になるように、各ブリッジのブリッジプライオリティ、パスコストを設定した場合のフレームと構成BPDUの流れについて説明します。

スパニングツリーでのフレームの流れ

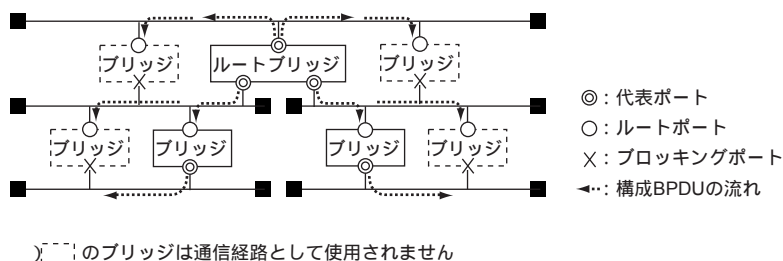
ノードから発信したフレームは、そのセグメント上の代表ポートを持つブリッジ（代表ブリッジ）が中継します。フレームを受け取った代表ブリッジは、あて先MACアドレスにより、どのセグメントに中継するかを判断し（MACアドレス学習機能）、該当するセグメントにルートポートを介してフレームを中継します。ブロッキングポートを介してフレームは中継しません。

その先のブリッジでも同様に中継しますが、ルートブリッジがフレームを受け取った場合、代表ポートを介して次のセグメントにフレームを中継します（ルートブリッジのポートはすべてのLANに対して代表ポートです）。そのため、その先でフレームを中継するブリッジはルートポートでデータを受け取り、代表ポートを介して次のセグメントにフレームを中継します。ルートポートを持つブリッジがセグメント上に複数存在する場合、経路をブロッキングポートで１つに制限し、ルートブリッジ方向またはほかの経路に再びフレームは中継しません。

上の図のセグメントCからセグメントDへの通信のフレームの流れを以下の図に示します。セグメント上は、図のような通信経路だけとなり、フレームはループしないであて先に中継します。

スパニングツリーでの構成 BPDU の流れ

ルートブリッジは、Hello タイム（1 〜 10 秒（推奨値 2 秒））間隔で接続しているすべてのネットワークに構成 BPDU を送出します。構成 BPDU は、グループ MAC アドレス 800143000000 を持っており、それぞれのブリッジはこのグループ MAC アドレスを認識します。このとき、代表ブリッジはパスコストとタイミング情報を更新し、構成 BPDU を下流へ転送します。

構成 BPDU はルートブリッジから発信され、ツリー構造に沿ってすべてのネットワークに行き渡ります。スパニングツリー構成は、構成 BPDU の代表ブリッジからの定期的な送信により維持されます。

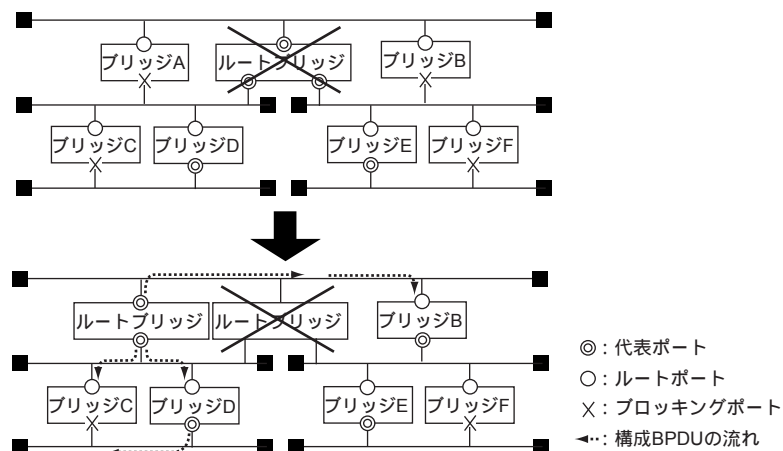
※）[　] のブリッジは通信経路として使用されません

ツリー構造の再構成

スパニングツリーのツリー構造は、構成 BPDU で維持します。以下のような原因により、タイマ値 STP bridge Max age（推奨値 20 秒）以内に、この構成 BPDU が下流のブリッジに届かなかった場合、ブリッジは障害と判断し、ツリー構造を再構成します。

- ルートブリッジがダウンし、システム全体で構成 BPDU の受信が停止
- ツリー構造の上流に位置するブリッジがダウンし、その下流で構成 BPDU の受信が停止

以下の図でルートブリッジがダウンした場合のツリー構造の再構成について説明します。

新ルートブリッジの決定

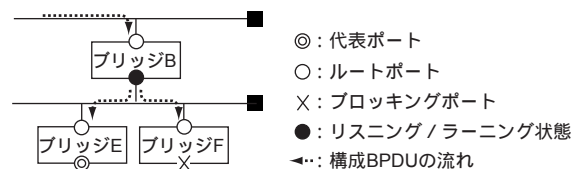
ルートブリッジがダウンした場合、システム中でルートブリッジの次に小さいブリッジプライオリティを持つブリッジが新ルートブリッジとなります。新ルートブリッジは、接続した各 LAN に構成 BPDU を送信し、それを受け取った各ブリッジにより、ツリー構造を再構成します。以下の図では、ブリッジ A が新ルートブリッジに切り替わることを示しています。

ブロッキングポートの中継可能状態への変化

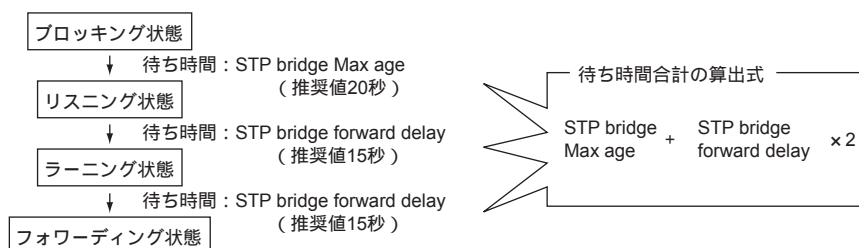
ツリー構造の再構成にともない、ブロッキングしているポートが中継できる状態に変化します。しかし、すべてのブリッジに新しい構成 BPDU が届いていない状態で、1 部のブリッジのポート状態が変化すると、ループ状態となることがあります。そのため、ポートがブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わる間、中間的なポート状態を置き、すべてのブリッジのツリー構成情報を更新し、ツリー構造が確立するのを待ちます。

ブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わるまで以下の 2 つの中間状態があります。それぞれの中間状態の待ち時間 STP bridge forward delay（推奨値 15 秒）でポート状態が変化します。

＜中間状態＞

- リスニング状態
  MAC フレームを中継しません。また、MAC アドレス情報の学習を行いません。構成 BPDU を受信します。必要であれば送信します。
- ラーニング状態
  MAC フレームを中継しませんが、MAC アドレス情報の学習は行います。構成 BPDU を受信します。必要であれば送信します。

したがって、以下のブリッジ B のブロッキングポートは、フォワーディング状態になる前に、リスニング、ラーニング状態で構成 BPDU を下流へ送信します。

ポート状態変化の待ち時間

ポートがブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わる待ち時間の合計は、以下の式により算出できます。待ち時間のパラメタに、推奨値を採用する場合は、約 50 秒（20 ＋ 15 × 2）でフォワーディング状態に切り替わります。

ツリー構造の確立

ツリー構造の再構成によって、ポート状態が変化したブリッジは、構成変更を通知する構成 BPDU を、ルートポートを介して上流ブリッジに送信します。構成変更通知 BPDU はツリー構造に沿って上流ブリッジに中継され、最終的にルートブリッジまで中継されます。

構成変更通知 BPDU を受信したルートブリッジは、定期的に送信している構成 BPDU の中の構成変更フラグを ON にして各ブリッジに送信します。構成変更フラグが ON となった構成 BPDU を受信したブリッジは、MAC アドレス学習テーブルのエントリ（通常は 5 分でタイムアウト）を早めに削除するために、各エントリのタイムアウト値を STP bridge forward delay（転送遅延）に変更し、学習テーブルを短時間で更新します。以上の動作でツリー構造は動的に再構成します。

スパニングツリー機能を利用したネットワーク設計

スパニングツリーでのパラメタ

スパニングツリーでは、設計したツリー構成やツリー性能を実現させるために、いくつかのパラメタをブリッジに設定します。このパラメタにより、ツリー構成とツリー性能を決定します。

＜ツリー構成を決定するパラメタ＞

以下のパラメタにより、ツリー構成を決定します。

パラメタ	設定対象	備考
ブリッジプライオリティ （STP bridge priorty）	ブリッジごと	ブリッジごとに設定し、小さい値を設定したブリッジを優先経路として使用します。ルートブリッジとなるブリッジには、システムの中での最小値を設定します。
ポート識別子 （STP port identifier）	ポートごと	ルートパスコストとブリッジ識別子の判断がつかない場合は、ポート識別子の小さいポートが代表ポートとなります。ただし、ブリッジ識別子には、MAC アドレスが含まれているため、ポート識別子で代表ポートが決定することはほとんどありません。
パスコスト （STP port path cost）	ポートごと	ルートポート（上流ブリッジへの経路）を決めます。パスコストとブリッジプライオリティにより代表ポート（代表ブリッジ）を決めます。ブリッジでポートごとに設定し、小さい値のルートが選択されます。伝送速度の遅いルートは高いコストを設定し、バックアップ用にします。 パスコストは、デフォルト値（1000 ÷伝送速度 Mbps）を用いることをお勧めします。

＜ツリー性能を決定するパラメタ＞

以下のパラメタにより、ツリー性能（障害時のルート変更時間など）を決定します。

パラメタ	設定対象	備考
Hello タイム （STP bridge hello time）	ブリッジごと	ルートブリッジがツリー構成を確認するために発信する構成 BPDU の送出間隔です。 推奨値は 2 秒です。
最大寿命 （STP bridge Max age）	ブリッジごと	構成 BPDU が届かなくなったためにツリーの再構成を始めるタイマ値です。 ツリー構成の末端のブリッジに届くまでの遅延時間により異なりますが、推奨値は 20 秒です。 同じタイミングで再構成するために、同じネットワーク内のブリッジは同じパラメタで設定します。
転送遅延 （STP bridge forward delay）	ブリッジごと	ブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わるまでの中間状態での待ち時間です。 この時間が短い場合、リスニング状態でツリー構成全体の同期がとれなくなります。ラーニング状態では、MAC アドレス学習テーブルの学習が不十分なために、すべてのポートに中継してしまう場合やループ状態になる場合があります。 また、時間が長い場合は、ツリーの再構成に必要とする時間が長くなります。 推奨値は 15 秒です。

＜その他のパラメタ＞

パラメタ	設定対象	備考
STP ドメインの分離 （STP domainSeparation）	ポートごと	ブリッジの各ポートに、STP ドメインを分離するかどうかを設定します。 STP ドメインを分離すると、そのポートから構成 BPDU の送信を停止し、そのポートを境界にツリー構成は分離されます。ただし、構成 BPDU 以外のフレームは中継します。 本装置では、WAN 側は STP ドメインを分離し、LAN 側は STP ドメインを分離しません。ON：分離する、OFF：分離しない、で設定します。

スパニングツリーでのネットワーク設計のポイント

スパニングツリー機能を使用して、ツリー構成を設計するポイントを以下に説明します。

＜ルートブリッジの決定のポイント＞

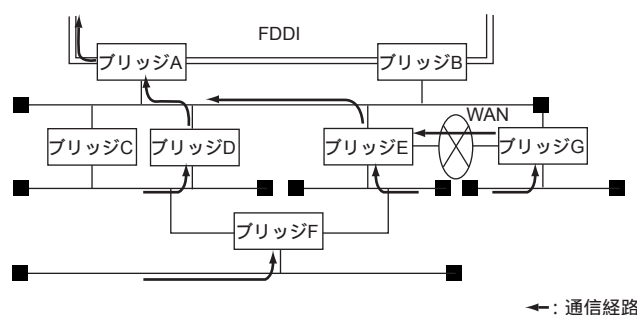
まず、ルートブリッジを決め、システム内で最小のブリッジプライオリティを設定します。ルートブリッジはツリー構造の頂点に位置し、トラフィックが集中する傾向にあるため、ルートブリッジを決める場合は以下の点に注意してください。

- 各セグメントのトラフィックが均一になるようにバックボーン（FDDI など）に近いブリッジをルートブリッジとします。
- むだなトラフィックがルートブリッジを経由しないようにエンドノートの配置に注意します。たとえば、常に通信しているような端末や大量のトラフィックを通信する端末はルートブリッジを経由しないように配置します。

＜ルートブリッジの障害時の対応＞

障害が起き、ルートブリッジがダウンすると、ツリーは新ルートブリッジで再構成します。ただし、新ルートブリッジの位置により、ツリー構成がすべて変わる場合があります。そのため、ルートブリッジの障害を想定し、ツリー構成の変更が小さい新ルートブリッジを決め、システム中で 2 番目に小さいブリッジプライオリティを設定します。

スパニングツリーでのツリー構成の設計

スパニングツリー機能を使用するツリー構成の設計について、以下の構成例を用いて説明します。

＜ツリー構成範囲の決め方＞

ブリッジの中でツリー構成（スパニングツリー動作範囲）に組み込むブリッジを決めます。まず、ブリッジ E からWAN の先に位置するブリッジ G は、ツリー構成に含む必要もなく、WAN 回線上に余計なトラフィック（構成BPDU）を流さないために、ブリッジ E の WAN 側のポートで STP ドメインを切り離します。なお、FDDI の先にはツリー構成に入るブリッジが存在しないため、ブリッジ A、ブリッジ B の FDDI ポートも STP ドメインを切り離します。

＜ルートブリッジの決定（ブリッジプライオリティの設定）＞

ツリー構成を設計する場合は、まずルートブリッジを決める必要があります。上の図のネットワーク構成では、ブリッジ A とブリッジ B がバックボーンとなる FDDI に接続しており、ブリッジ A をルートブリッジに、ブリッジ B をルートブリッジ障害時の新ルートブリッジになるように設計します。よって、ブリッジ A に 1 番小さなブリッジプライオリティを、ブリッジ B に 2 番目に小さいブリッジプライオリティを設定します。

その他のブリッジは実現する通信経路を考慮し、ルートブリッジに近い上流ブリッジより、小さな値を設定します。

＜ポートの設計（パスコストの設定）＞

各ブリッジのポートごとにパスコストを設定し、ブリッジのポート状態を設計します。ルートパスコストがポート状態を確立します。ルートパスコストは以下の計算により算出できます。

＜ルートパスコストの算出＞

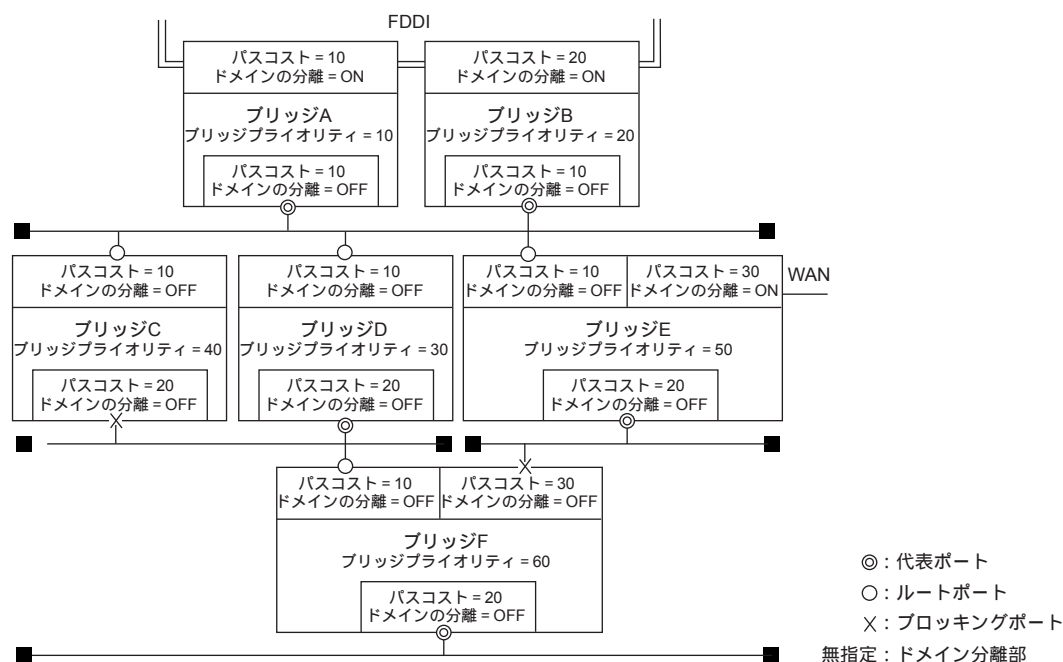
各ブリッジのポートごとに「代表コスト＋パスコスト」を算出し、各ブリッジ中で最小の値をそのブリッジのルートパスコストとします。

- 代表コスト
  そのポートが接続している LAN 上の代表ブリッジのルートパスコストです。構成 BPDU の受信により、各ポートに自動的に設定されます。

設計上でルートパスコストを意識することは困難です。そのため、設計段階ではルートパスコストを使用せず、ブリッジプライオリティとパスコストでポート状態を設計します。たとえば、LAN 上に 2 台のブリッジが存在した場合、経路とするブリッジの方を他方のブリッジよりブリッジプライオリティを低く設定します。ブリッジの中で経路となるポートには、そのブリッジの中で低いパスコストを設定します。

＜各ブリッジの設定状態＞

以下に、実際にブリッジに設定した各パラメタの値を示します。

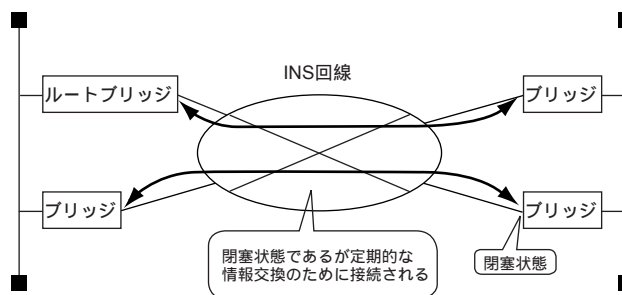
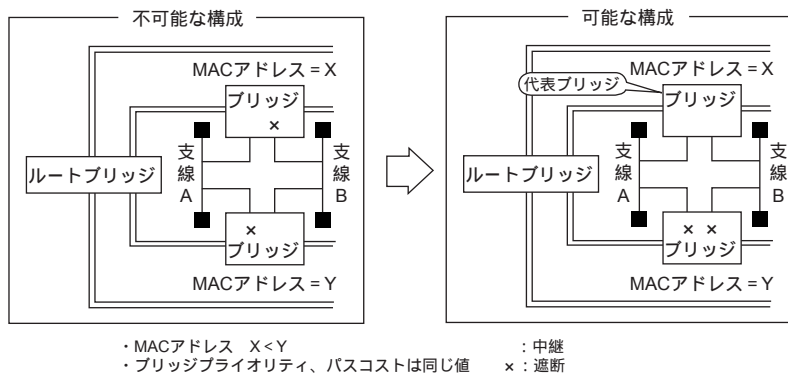
ブリッジ F の左ポートのパスコストが 10 ＋ 10 ＝ 20、右ポートのパスコストが 10 ＋ 30 ＝ 40 により、ブリッジ F の左ポートがルートポートとなります。

こんな事に気をつけて

- 本装置では、ファームウェアの更新や SNMP での監視などの目的で IPv4 の IP アドレスを使用します。そのため、IPv4 の IP アドレスを設定しないで運用することはできません。IPv6 およびブリッジだけを使用しているネットワークで運用する場合でも、どれかの LAN インタフェースに必ず IPv4 の IP アドレスを設定してください。
- ブリッジ学習テーブル生存時間は、グループ 0 に設定した値がすべてのグループで使用されます。
- VLAN でバインドされたインタフェースでブリッジを行うことはできません。
- VLAN インタフェースをブリッジグループに含める場合は、1 つまたは複数のリモートインタフェースと VLAN インタフェースでだけグルーピングできます。
- 本装置のブリッジ MAC 学習は、異なる VLAN 上で同一の MAC アドレスを学習することはできません。本装置は、唯一装置が持つ学習テーブルを各 VLAN が共有する SVL（Shared VLAN Learning）と呼ばれる方式で学習を行っています。VLAN インタフェースでブリッジを行う場合は、異なる VLAN 上に同一の MAC アドレスを持つネットワークと接続しないでください。

- IP フレームをブリッジする場合、そのブリッジグループに属するインタフェース上では、以下の機能を利用することができます。それ以外の機能は、IP フレームをブリッジするインタフェース上では利用できません。また、複数の LAN インタフェースを同じグループに含めて IP ブリッジをする場合は、同じグループ内で定義番号がもっとも小さい LAN インタフェースでだけ以下の機能を利用できます。
  - FTP（ファームアップデートなど）
  - telnet
  - WWW ブラウザによる設定
  - システムログの送信
  - SNMP エージェント、Trap 送信
  - ダイナミックルーティング

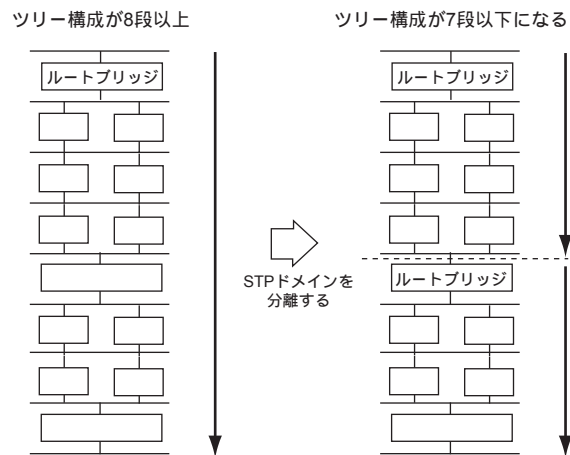
  IP フレームをブリッジする場合に、転送ポリシを loose に設定したときだけ、ブリッジグループ外とルーティングが行われます。また、ブリッジドメイン内は唯一の IP セグメントであることに注意してダイナミックルーティングを使用してください。

スパニングツリー機能を使用する場合は、以下の点に注意してください。

- スパニングツリー機能は、グループ 0 でだけ動作します。
- VLAN インタフェースでは、STP を使用できません。
- 従量課金回線を使用時の留意点
  LAN-WAN-LAN の接続形態でスパニングツリー機能を使用する場合は、LAN の接続形態と同様にブリッジ間で構成 BPDU を定期的に送受信します。そのため、通常回線に INS 回線などの従量課金回線を使用する場合、構成 BPDU の送信により発呼したり、回線がつながったままになる場合があります。

- 複数支線の構成時の留意点
  以下のように 2 台のブリッジ間に複数の支線が接続する構成の場合は、支線ごとに中継するブリッジを選択することはできません。
  代表ポート（各支線に中継するポート）は、以下の順序で決めます。
  (1)ルートパスコストの低いブリッジ
  (2)ブリッジ識別子（ブリッジプライオリティ＋ MAC アドレス）
  　ただし、複数の MAC アドレスを持つ場合は装置の代表 MAC アドレスを使用します。
  (3)ポート識別子（ポートプライオリティ＋ポート番号）
  したがって、以下のように 2 台のブリッジ間に複数の支線が接続する構成の場合は、2 台のブリッジに同じブリッジプライオリティ／パスコストを設定できます。しかし、同じ MAC アドレスは使用できないため、同じブリッジ識別子は設定できません。どちらかが代表ブリッジになり、すべての支線を中継します。

- **国際標準からのツリー構成**
  国際標準では、ツリー構成の段数は最大 7 段をお勧めしています。これは、各性能に関するパラメタを推奨値（デフォルト値）で運用した場合にシステムがどのような条件で運用しても、スパニングツリー機能が正常に動作することを保証できる値です。
  推奨値の最大 7 段は、以下の式より算出できます。

最大寿命÷（Hello タイム＋構成メッセージの最大遅延時間）＋ 1 ＝ 20 ÷（2 ＋ 1）＋ 1 ≒ 7

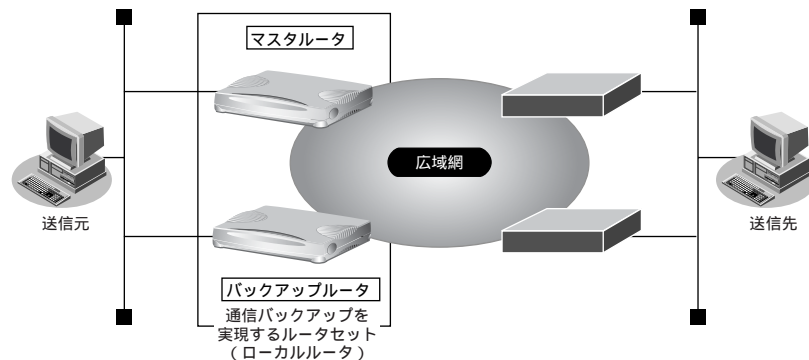
ツリー構成の段数が 7 段を超える場合は、以下の 2 つの対応方法があります。
- **構成するすべてブリッジの最大寿命を長くします。**
- **STP ドメインを分離します。**

前者は変更規模が大きくなり構成を変更する時間が長くなるため、後者での対応をお勧めします。

☛ 参照 コマンド設定事例集「2.26 ブリッジ／ STP 機能を使う」（P.288）
Web 設定事例集「2.26 ブリッジ／ STP 機能を使う」（P.611）

2.24 通信バックアップ機能

通信バックアップ機能とは、通信障害が発生した通信パスを検出した場合に、迂回通信パスを利用することで、エンドツーエンドの通信を維持する機能です。通信バックアップ機能は、以下の２つの機能の組み合わせで実現されます。

- 通信障害の検出機能
- 検出された通信障害に対する通信パス迂回機能

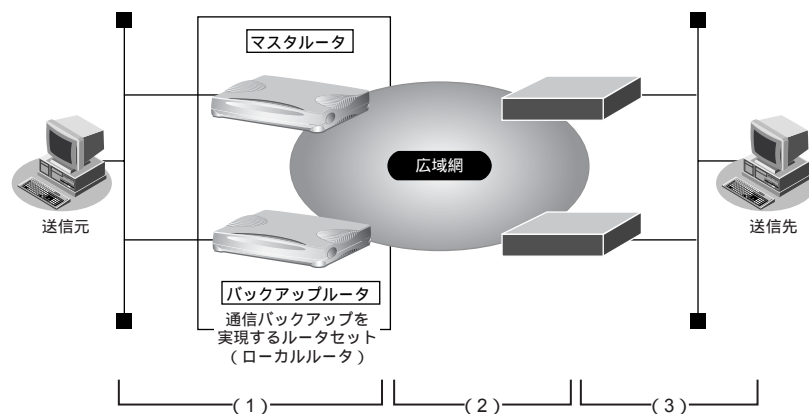
ここでは、以下の図のネットワーク例に基づいて説明します。

こんな事に気をつけて

ここでは片方向通信について説明していますが、一般的なクライアント－サーバモデルの通信は、「クライアントからサーバへの通信（主に要求）と「サーバからクライアントへの通信（主に応答）」が成立して初めて成立します。このため、実際に利用する場合は、本書を参考にして、双方向の通信が成立するようにネットワーク設計を行ってください。

2.24.1　通信障害の検出機能

通信障害はさまざまな要因で発生します。その要因は、主に、以下の３つに分類することができます。

(1)　送信元とローカルルータとの間の到達性喪失を要因とする通信障害
(2)　ローカルルータと隣接ルータとの間の到達性喪失を要因とする通信障害
(3)　隣接ルータと送信先との間の到達性喪失を要因とする通信障害

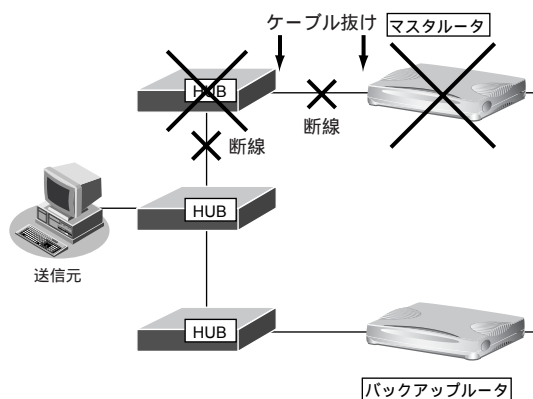
それぞれ障害が発生する箇所について、以下に示します。

ここでは、それぞれの要因ごとに、本装置の障害検出機能について説明します。

(1) 送信元とローカルルータとの間の通信障害

送信元とローカルルータとの間の通信障害には、以下の要因が考えられます。

- マスタルータとローカルネットワークとの間の障害（ケーブル断線、ケーブル抜け、HUB の故障など）
- マスタルータの故障

これらの障害に対する本装置の検出方法と障害検出可能な箇所は、以下のとおりです。

- VRRP 機能を利用した障害検出（IPv4）
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

以下に、それぞれの検出方法について説明します。

VRRP 機能を利用した障害検出（IPv4）

本装置では、VRRP（Virtual Router Redumdancy Protocol）をサポートしています。この障害検出方法は、送信元でダイナミックルーティングプロトコルが利用できない（しない）場合に利用します。

マスタルータとバックアップルータ間で VRRP を利用する場合、ローカルネットワーク上では 1 台のルータ（仮想ルータ）だけ動作しているように見えます。そのため、マスタルータが故障した場合も、Ethernet 上のほかのノードはその故障を検出する必要はありません。

マスタルータは、定期的にバックアップルータに VRRP-AD パケットを送信します。バックアップルータは、VRRP-AD パケットを一定時間受信できなかった場合に、VRRP でマスタルータの障害を検出します。障害復旧は、バックアップルータが VRRP-AD パケットを受信することによって検出されます。

ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

本装置では、いくつかのダイナミックルーティングプロトコルをサポートしています。この障害検出方法は、送信元でダイナミックルーティングプロトコルを使用する場合に利用します。

どのダイナミックルーティングプロトコルも、定期的に制御データが送信されています。制御データを一定時間受信できなかった場合に、バックアップルータは経路喪失としてマスタルータの障害を検出します。障害復旧は、バックアップルータが制御データを受信することによって検出されます。

（2） ローカルルータと隣接ルータとの間の通信障害

ローカルルータと隣接ルータとの間の通信障害には、以下の要因が考えられます。

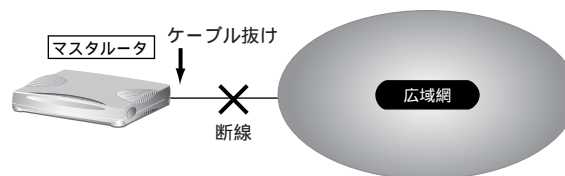
- ローカルルータと隣接ルータとの間の障害（ケーブル断線、ケーブル抜け、広域網障害など）
- 隣接ルータの故障

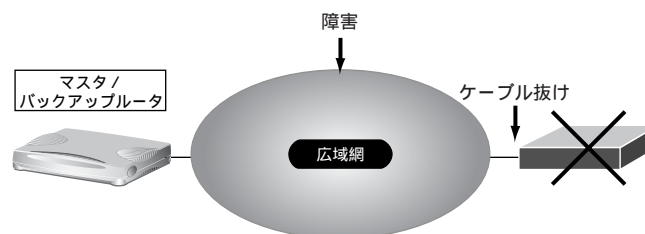
これらの障害に対する本装置の検出方法と障害検出可能な箇所は、以下のとおりです。

- ハードウェアによる障害検出
- データリンクプロトコルを利用した障害検出
- 接続先監視機能を利用した障害検出
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

以下に、それぞれの検出方法について説明します。

ハードウェアによる障害検出

この障害検出は、物理回線を直接利用して隣接ルータと通信する場合に利用できます。IPsec および IP トンネルでは利用できません。この方法で検出された障害は、物理回線を直接利用して通信できない障害と判断されます。

データリンクプロトコルを利用した障害検出

この障害検出方法は、ローカルルータと隣接ルータとの間で以下の接続先種別を利用している場合に利用できます。この方法で検出された障害は、この接続先が利用できないと判断されます。

- PPPoE を利用する場合（常時接続機能利用時のみ）
  PPPoE で常時接続機能を利用した場合は、PPPoE セッション切断の発生が通信障害として検出されます。また、障害復旧は PPPoE セッション接続によって検出されます。

接続先監視機能を利用した障害検出

本装置は、確認先装置に対して定期的に ICMP echo request を送信して、その応答を受信することによって到達性を確認する L3 監視機能をサポートしています。

以下の機能で、通信バックアップのための通信障害を検出することができます。

- VRRP ノードダウントリガ機能（IPv4）
  VRRP ノードダウントリガ機能は、IPv4 通信が利用できる任意の接続先種別で利用できます。この方法で検出された障害は、VRRP 機能の中で判断されます。また、障害復旧は ICMP echo reply の受信によって検出します。
- 接続先監視機能
  接続先監視機能は、以下の接続先種別で IPv4 通信が可能な場合に利用できます。この方法で検出された障害は、この接続先が利用できないものとして判断されます。また、障害復旧は、ICMP echo reply の受信によって検出されます。
  - PPPoE（常時接続機能利用時のみ）
  - IP トンネル
  - IPsec
  - overlap

こんな事に気をつけて

装置起動や設定反映によって本装置が動作を開始した直後は、障害が発生していなくても L3 監視機能が障害と検出する場合があります。これは、監視タイムアウトが発生するまでに周辺ネットワークが通信可能状態まで達することができない場合に発生します。これは、監視タイムアウト時間を十分に長くすることにより回避することができます。

ダイナミックルーティングを利用した障害検出

「送信元とローカルルータとの間の通信障害」（P.109）の方法と同様です。

（3） 隣接ルータと送信先との間の通信障害

隣接ルータと送信先との間の通信障害には、以下の要因が考えられます。

- 隣接ルータから送信先までの経路制御障害

この障害に対する本装置の検出方法は、以下のとおりです。

- 接続先監視機能を利用した障害検出
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

以下に、それぞれの検出方法について説明します。

接続先監視機能を利用した障害検出

「ローカルルータと隣接ルータとの間の通信障害」（P.110）の方法と同様です。

監視先を送信先に設定することによって、隣接ルータの先の通信障害まで検出できます。

こんな事に気をつけて

L3 監視機能を利用して双方向通信の相互監視を行う場合は、互いに隣接ルータを監視するように設定してください。隣接ルータより先の装置を監視した場合、ICMP echo reply は、迂回経路を利用して監視元に転送されます。迂回経路でも通信障害が発生した場合、障害が復旧しても ICMP echo reply が監視元に到達できなくなるため、復旧検出が行うことができなくなります。

ダイナミックルーティングを利用した障害検出

ダイナミックルーティングを利用した場合、隣接ルータからの経路喪失の通知によって検出されます。障害復旧は、隣接ルータからの経路通知により検出されます。

接続先閉塞機能

本装置は定義された接続先ごとに通信障害を検出する機能をサポートしています。障害の復旧検出も自動で行うことができます。ここで、障害要因によって、障害検出と復旧検出が頻繁に連続して発生することで安定した通信が保てなくなる場合もあります。これに対し、本装置は意図的に通信不能状態を継続させる接続先閉塞機能で対応しています。

接続先閉塞機能を利用した場合、その接続先は online コマンド発行によるオペレータ指示があるまで通信不能状態のまま保持されます。これにより、間欠障害発生時にも安定した通信を保つことができます。

閉塞状態への遷移は、offline コマンド発行による手動閉塞と、通信障害検出時による自動閉塞を行うことができます。自動閉塞の有無は remote ap recovery 定義で決定されます。

2.24.2　検出された通信障害に対する通信パス迂回機能

通信障害の検出方法によって、本装置での通信パス迂回機能による利用方法が異なります。

ここでは、それぞれの検出方法による利用方法と本装置での通信パス迂回機能について説明します。

検出された通信障害の利用

「2.24.1 通信障害の検出機能」（P.108）によって検出された通信障害は、以下のように利用されます。

- VRRP 機能を利用した障害検出
  VRRP 機能で、マスタルータ切り替え要因として利用されます。
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出
  経路制御機能で、経路切り替え要因として利用されます。
- ハードウェアによる障害検出
  Ethernet 回線で、lan インタフェースのダウン要因として利用されます。
  相手定義内のすべての接続先が利用不能状態となる場合は、該当する rmt インタフェースのダウン要因として利用されます。
- データリンクプロトコルを利用した障害検出
  接続先の利用不能状態への遷移要因として利用されます。相手定義内のすべての接続先が利用不能状態となる場合は、該当する rmt インタフェースのダウン要因として利用されます。
- 接続先監視機能を利用した障害検出
  接続先の利用不能状態への遷移要因として利用されます。相手定義内のすべての接続先が利用不能状態となる場合は、該当する rmt インタフェースのダウン要因として利用されます。

通信パス迂回機能

本装置の通信パス迂回機能は、以下のとおりです。

- VRRP 機能を利用した迂回機能
- 経路制御機能を利用した迂回機能
- マルチルーティング機能を利用した迂回機能

以下に、それぞれの通信パス迂回機能の詳細を説明します。

VRRP 機能を利用した迂回機能

VRRP 機能を利用した場合、VRRP ルータは、自身より優先度の高い装置が存在すると判断されているときは、仮想ルータの MAC アドレスあてに送信されたパケットを受信しません。LAN 内のもっとも優先度が高い VRRP ルータ（マスタルータ）がパケットを受信し、転送します。ほかの VRRP ルータ（バックアップルータ）は転送しません。

マスタルータは、障害検出を契機に自身の優先度の変更を LAN 上に広報します。マスタルータが優先度を下げる契機として、以下の契機があります。

- インタフェースダウントリガ
  インタフェースダウントリガは、インタフェースのダウンを契機として利用します。この機能は lan vrrp group trigger ifdown 定義によって設定されます。
- ルートダウントリガ
  ルートダウントリガは、設定された経路が装置から喪失したことを契機として利用します。この機能は lan vrrp group trigger route 定義によって設定されます。
- ノードダウントリガ
  ノードダウントリガは、VRRP ノードダウントリガ機能を利用して監視先装置への到達性がなくなったことを契機として利用します。この機能は lan vrrp group trigger node 定義によって設定されます。

バックアップルータは、VRRP-AD パケットによってマスタルータ喪失の検出またはマスタルータの優先度変更通知によって、自身が新しくマスタルータになるべきかを判断します。その結果、自身がマスタルータとなった場合、仮想ルータ MAC アドレスあてパケットを受信し、転送します。これによって、通信パスが迂回されます。

経路制御機能を利用した迂回機能

本装置は、受信したパケットをどのインタフェースから転送するかを、自身が持つ経路情報によって判断します。経路制御機能を利用することにより、障害検出時に経路情報を迂回経路側に変更し、通信パスが迂回されます。また、ダイナミックルーティング機能を利用している場合は、経路情報の変更をダイナミックルーティングプロトコルを利用して隣接ルータに通知することによって、本装置に到達する前に、迂回するように指示することもできます。これら経路制御機能は、利用するプロトコルによって異なります。

IPv4 を利用する場合

ダイナミックルーティング機能を利用して障害検出された場合、まず、そのダイナミックルーティングプロトコルの範囲で経路変更が行われます。RIPv1/RIPv2、OSPF および BGP4 の場合、代替経路を学習しているときは、代替経路に変更されます。代替経路がないときは、削除されます。

インタフェースダウンによって障害検出された場合は、以下の動作となります。

- スタティックルート（distance が 1 以上に設定されたもの）
  経路情報が削除されます。
- ダイナミックルーティングによって学習された経路
  ダウンしたインタフェースを利用する経路に対して、ダイナミックルーティングを利用した障害検出時の処理と同じです。

これらの処理を行ったあと、スタティックルートおよびそれぞれのダイナミックルーティングの中で最適な経路が選択され、最終的な新経路が決定されます。また、ダイナミックルーティング機能を利用している場合は、最終的な新経路の決定結果を隣接ルータに対して通知します。異なるダイナミックルーティングプロトコル間の経路通知は、routemanage ip redist 定義によって決定されます。

こんな事に気をつけて

本装置の初期設定では、インタフェースに設定したアドレスに付随する経路（connected route）は、インタフェースダウンが起きても経路情報から削除されません。そのため、自身から直接到達できる装置に対する通信データが本装置まで到達してしまった場合は迂回させることができません。このような場合、インタフェース経路のフローティング機能（routemanage interface floating 定義）を使用することで、インタフェースダウンが起きても、経路情報から削除することができます。

IPv6 を利用する場合

IPv6 RIP を利用して障害検出された場合、代替経路を学習しているときは、代替経路に変更されます。代替経路がないときは、削除されます。

インタフェースダウンによって障害検出された場合は、以下の動作となります。

- スタティックルート（distance が 1 以上に設定されたもの）
  経路情報が削除されます。
- IPv6 RIP によって学習された経路
  ダウンしたインタフェースを利用する経路に対して、ダイナミックルーティングを利用した障害検出時の処理と同じです。

マルチルーティング機能を利用した迂回機能

本装置には、相手情報定義（remote）の配下に複数の接続先定義（ap）を定義した場合、どの接続先を利用して送信データを転送するかを選択するマルチルーティング機能があります。相手情報定義は経路制御機能によって選択されますが、マルチルーティング機能はここで選択された相手情報の配下のどの接続先を利用するかを選択するため、経路情報を変更しないで通信パスを迂回させることができます。

マルチルーティングは、もっとも優先度が高く、通信可能状態となっている接続先に対して通信データを送信します。優先度の高い接続先が利用できないと判断されている場合は、利用できる別の接続先を利用して送信することによって、通信パスが迂回されます。

こんな事に気をつけて

マルチルーティング機能を利用する際に、rmt インタフェースの LinkUp trap および LinkDown trap は、以下の場合に送出されます。

- **LinkUp trap は、rmt インタフェースに対応する相手情報定義（remote）の配下の接続先定義（ap）がすべて利用できない状態から、1 つでも利用できる状態になった場合に送出されます。**
- **LinkDown trap は、rmt インタフェースに対応する相手情報定義（remote）の配下の接続先定義（ap）がすべて利用できない状態になった場合に送出されます。**

それぞれの接続先の状態の変化では、rmt インタフェースの LinkUp trap および LinkDown trap は送出されません。

2.25 テンプレート着信機能

テンプレート着信機能とは、あらかじめ着信接続時に共通する情報をテンプレートに定義しておき、そのテンプレートを使って着信を行う機能です。テンプレート着信は、接続するたびに、設定したプール情報の中から使用していない情報を接続相手に動的に割り当てるため、不特定相手着信を実現することができます。

また、同一の相手には、AAA（Authentication、Authorization、Accounting）情報から個別情報を取得することより、同一の情報を静的に割り当てることができます。さらに、AAA 情報から通信情報を取得することにより、接続先を相手ネットワーク情報に設定したときに比べて、より多くの接続相手を登録することができます。AAA 情報は、本装置に設定された AAA 情報または RADIUS サーバから取得することができます。

本装置の AAA 情報では、テンプレート着信で接続するユーザの認証情報など通信接続に関する情報を登録しておくことができます。

テンプレート着信時に使用するインタフェースは、テンプレート用に予約された IF プールから、空いているインタフェースを自動的に検索して通信します。

また、着信時の認証は、AAA 情報に登録されたユーザ情報で行われます。

接続相手の登録を追加する場合は、AAA 情報に接続相手のユーザ情報を登録するだけで追加することができます。

こんな事に気をつけて

- テンプレート着信機能をサポートする接続形態は IPsec です。
- テンプレート着信で使用するインタフェースはテンプレート専用になります。テンプレート用に予約された rmt インタフェースには、remote 定義を設定しないでください。
  たとえば、rmt30 ～ 47 インタフェースをテンプレート用に予約した場合、remote 30 ～ 47 までの remote 定義を設定しないでください。
- テンプレート情報を定義する場合（IP フィルタリングなど）、定義数は「テンプレート情報で設定した定義数×テンプレートで使用する rmt インタフェース数」で計算されるため、それを含めて装置最大定義数の範囲に収まるように定義してください。装置最大定義数を超えたときは、資源不足により該当機能が動作しない場合があります。
- 接続先情報を設定する場合、テンプレート用のインタフェースの個数分は設定しないでください。
  たとえば、接続先定義を最大 48 定義可能な装置で、10 インタフェースをテンプレート用に使用する場合、接続先定義の定義数は 38 となります。
- テンプレート情報と AAA 情報のユーザ側の設定に同じ項目がある場合は、個人情報である AAA 情報が適用されます。
- AAA 情報に同一ユーザ（パスワードも同一）が存在するときには、定義番号が小さい AAA ユーザ情報が優先されます。定義番号が大きいユーザ情報に発信者番号が一致する定義があり、定義番号が小さいユーザ情報に発信番号で識別を行わない定義がある場合も、定義番号の小さいユーザで着信が行われます。
- 共通 ID で複数の着信を行う場合は、AAA 情報のユーザ定義に、ID とパスワードだけを定義してください（個別情報を定義しないで、ID とパスワードだけのユーザ情報を定義すると共有 ID として扱われます）。

2.26 LLDP 機能

LLDP（Link Layer Discovery Protocol）とは、自装置情報を広報することにより隣接装置の把握や接続状態の確認などを目的とした隣接探索プロトコルです。

LLDP 情報は、同一物理 LAN に接続された装置にだけ届き、ルータを超えた先には届きません。

本装置の LLDP 機能は IEEE802.1AB に準拠し、以下に示す機能を提供します。

- 自装置情報を LLDP で送信
- LLDP で受信した隣接装置情報を保持
- LLDP に関する情報を MIB として管理し、SNMP 機能で MIB を取得
- 隣接情報が更新されたことを SNMP トラップで通知
- LLDP 設定情報、自装置情報、隣接装置情報、統計情報を表示

本装置から送信する LLDP 情報には、以下に示す情報を含めます。オプション情報は、送信しないように指示することができます。実際に送信される内容は、コマンドや Web 画面で確認できます。

- 装置識別情報（代表 MAC アドレス）　（必須）
- 物理ポート識別情報（ifIndex MIB）　（必須）
- 保持時間情報（TTL）　（必須）
- 物理ポート解説情報（ifDescr MIB）　（オプション）
- 装置名称情報（sysName MIB）　（オプション）
- 装置解説情報（sysDescr MIB）　（オプション）
- 装置主要機能情報（スイッチ／ルータ）　（オプション）
- 物理ポート管理アドレス情報（MAC/IPv4/IPv6）（オプション）
- ポート VLAN ID 情報　（オプション）
- プロトコル VLAN ID 情報　（オプション）
- VLAN 名称情報　（オプション）
- プロトコル VLAN 種別情報　（オプション）
- 物理ポート設定情報　（オプション）
- 物理ポート電源供給情報　（オプション）
- リンクアグリゲーション情報　（オプション）
- 最大フレームサイズ情報　（オプション）

隣接装置から受信した LLDP 情報は、LLDP 情報に含まれている保持時間が経過するまで保持します。保持している隣接情報は、コマンドや Web 画面で確認できます。

本装置で保持できる隣接情報の最大数を以下に示します。最大保持数を超えたために保持できなかった情報は破棄し、統計情報に破棄したことを計数します。

条件	保持数	Si-R80brin
装置全体での最大保持数	LAN 定義最大数× 15 台分	150
1 ポートでの最低保証保持数	1 台分	1
装置全体での共用保持数	LAN 定義最大数× 14 台分	140
1 ポートでの最大保持数（※）	1 台分＋ LAN 定義最大数× 14 台分	141

※）1 ポートで共用分をすべて保持した場合（ほかの LAN 定義では 1 台分しか保持できない）

2.27 RADIUS機能

RADIUS機能は、AAA（Authentication, Authorization, Accounting）情報の管理を外部サーバ（RADIUSサーバ）を利用して行う機能です。複数の装置で同じAAA情報が必要な場合や、大量のユーザ情報を管理する場合など、ユーザの認証情報や設定情報、ユーザごとの接続時間や回線の利用情報を集約して管理することができます。

本装置には、RADIUSクライアント機能とRADIUSサーバ機能の2つがあります。

以下に、それぞれの機能について説明します。

2.27.1 RADIUSクライアント機能

RADIUSクライアント機能は、以下のRADIUSサポート機能からAAAを経由して利用されます。

以下に、それぞれの機能で利用可能なAAA情報を示します。

RADIUSサポート機能	認証方式（authentication）	ユーザ情報（authorization）	アカウンティング（accouning）
ログインユーザ認証機能	・PAP認証 ・CHAP認証	権限クラス	使用しません
テンプレート着信機能 （IPsec／IKE接続）	クリアテキスト認証（※）	・IPv4スタティック経路情報 ・IPv6スタティック経路情報 ・IKEセッション確立時の共有鍵（Pre-shared key） ・自動鍵交換用IPsec情報の対象範囲 ・セッション監視代表アドレス ・拡張IPsec対象範囲	・送受信オクテット数 ・送受信パケット数 ・接続時間
不正端末アクセス防止機能 （MACアドレス認証）	・PAP認証 ・CHAP認証	使用しません	使用しません
DHCP MACアドレスチェック （MACアドレス認証）	・PAP認証 ・CHAP認証	使用しません	使用しません

※）IPsec／IKE接続でRADIUS機能を用いる場合の認証は、ユーザ名、パスワードともにIKE情報の相手装置識別情報、または相手側IPアドレスを使ったクリアテキスト認証（PAP認証と同じ）となります。

本装置のRADIUSクライアント機能は、複数台のRADIUSサーバを使用したバックアップ構成または負荷分散構成が可能です。
RADIUSサーバとして定義された認証サーバおよびアカウンティングサーバは、alive状態とdead状態を持ちます。それぞれの状態の意味は以下のとおりです。

- alive状態
  サーバが使用可能である状態です。
  優先度が高い（定義上の数値が小さい）サーバから優先して使用されます。
  同じ優先度のサーバが複数存在する場合は、ランダムにサーバが選択されます。
- dead状態
  サーバあてのリクエストがタイムアウトしたことにより、そのサーバの使用を一時的に停止している状態です。ほかにalive状態のサーバが存在する場合、定義した優先度の値は使用されません。
  復旧待機時間で指定した時間が経過すると、自動的にalive状態に復旧します。
  認証またはアカウンティングを行う場合、すべてのサーバがdead状態になると、ランダムに1つのサーバで試行し、応答の得られたサーバはalive状態に復旧します。

2.27.2　RADIUS サーバ機能

以下に、RADIUS サーバ機能で利用できる AAA 情報を示します。

認証方式（authentication）	ユーザ情報（authorization）	アカウンティング（accouning）（※）
・PAP ／クリアテキスト認証 ・CHAP 認証 ・発信者番号認証	・権限クラス ・相手側 IP アドレス ・インタフェース ID ・経路情報 ・IKE 共有鍵 ・IPsec 対象範囲 ・セッション監視代表アドレス ・拡張 IPsec 対象範囲	・オクテット数 ・パケット数 ・接続時間

※）RADIUS サーバ機能で受け取ったアカウンティング情報はシステムログに出力されます。

本装置がサポートする RADIUS アトリビュートを示します。

番号が（N）となっているアトリビュートは RADIUS 標準アトリビュート、（26,A,B）と なっているアトリビュートは VSA（Vender-Specific-Attribute）であり、A がベンダ ID、B がベンダ固有属性番号を示します。

本装置がサポートする Authentication 情報

RADIUS アトリビュート（番号） 対応する AAA 設定コマンド	書式
User-Name（1） aaa user id	STRING RFC2865 に準拠
User-Password（2） aaa user password	STRING RFC2865 に準拠 PAP 認証の場合に使用されます。
CHAP-Password（3） aaa user password	STRING RFC2865 に準拠 CHAP 認証の場合に使用されます。
Calling-Station-Id（31） aaa user called number	STRING "<called_number>" または、<subaddress> がある場合は "<called_number>*<subaddress>"
CHAP-Challenge（60） なし	STRING RFC2865 に準拠 CHAP 認証の場合に使用されます。

本装置がサポートする Authorization 情報

RADIUS アトリビュート（番号） 対応する AAA 設定コマンド	書式
Filter-Id（11） aaa user user-role	STRING "administrator"　：管理者クラス "user"　　　　　：一般ユーザクラス
Framed-IP-Address（8） aaa user ip address remote	IPADDR RFC2865 に準拠
Framed-Route（22） aaa user ip route	STRING "<address>/<mask> <next_hop> <metric>" • <next_hop> には 0.0.0.0 を指定してください。 • 1 つのアトリビュートで 1 つの経路情報を設定します。複数個の経路情報を設定する場合 は、その個数分のアトリビュートが必要となります。 • aaa user ip route で指定した distance は RADIUS 機能で伝達することができません。RADIUS クライアントが受け取った経路情報の distance 値は常に 100 固定となります。
Framed-Interface-Id（96） aaa user ip6 ifid	Interface-Id RFC3162 に準拠
Framed-IPv6-Route（99） aaa user ip route	STRING "<address>/<prefixlen> <next_hop> <metric>" • <next_hop> には “::” を指定してください。 • 1 つのアトリビュートで 1 つの経路情報を設定します。複数個の経路情報を設定する場合 は、その個数分のアトリビュートが必要となります。 • aaa user ip6 route で指定した distance は RADIUS 機能で伝達することができません。RADIUS クライアントが受け取った経路情報の distance 値は常に 100 固定となります。
Fujitsu-ipsec-ikekey -Commands（26,211,105） aaa user ike shared key	STRING "<kind> <shared_key>" <kind>：共有鍵の鍵の種別を文字で指定します。 　　0　：16 進数鍵 　　1　：文字列鍵 <shared_key>：共有鍵を <kind> で指定した種別で文字列で指定します。 本アトリビュートはフラグメントされません。このため aaa user ike shared key コマンドで 247 文字を超える shared_key を設定した場合、超える部分がアトリビュートに含まれないため、意図したとおりに AAA 情報が伝わらなくなります。RADIUS 機能を使用する場合は shared_key は 247 文字以内で設定してください。
Fujitsu-ipsec-addmask -Commands（26,211,106） aaa user ipsec ike range	STRING "<src_addr>/<mask> <dst_addr>/<mask>" <src_addr>/<mask>： 送信元 IP アドレスとネットマスクを記述します。any4 を指定した場合はすべての IPv4 アドレスを、any6 を指定した場合はすべての IPv6 アドレスを指定したものとみなされます。 <dst_addr>/<mask>： あて先 IP アドレスとネットマスクを記述します。any4 を指定した場合はすべての IPv4 アドレスを、any6 を指定した場合はすべての IPv6 アドレスを指定したものとみなされます。
Fujitsu-ipsec-pingdest -Commands（26,211,107） aaa user sessionwatch	STRING "<destination>" <destination>：監視対象とするあて先 IP アドレスを指定します。

RADIUS アトリビュート（番号） 対応する AAA 設定コマンド	書式
Fujitsu-ipsec-ext-addmask-Commands （26,211,108） aaa user ipsec extension-range	STRING "<src_addr>/<mask> <dst_addr>/<mask>" <src_addr>/<mask>： 送信元 IP アドレスとマスクを記述します。any4 を指定した場合はすべての IPv4 アドレスを、any6 を指定した場合はすべての IPv6 アドレスを指定したものとみなします。 <dst_addr>/<mask>： あて先 IP アドレスとマスクを記述します。any4 を指定した場合はすべての IPv4 アドレスを、any6 を指定した場合はすべての IPv6 アドレスを指定したものとみなします。 ※ 1 つのアトリビュートで 1 つの対象範囲を設定します。複数個の対象範囲を設定する場合は、その個数分のアトリビュートが必要となります。

本装置がサポートする Accounting 情報

RADIUS アトリビュート（番号）	書式
Acct-Input-Octets（42）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Output-Octets（43）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Session-Time（46）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Input-Packets（47）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Output-Packets（48）	INTEGER RFC2866 に準拠

こんな事に気をつけて

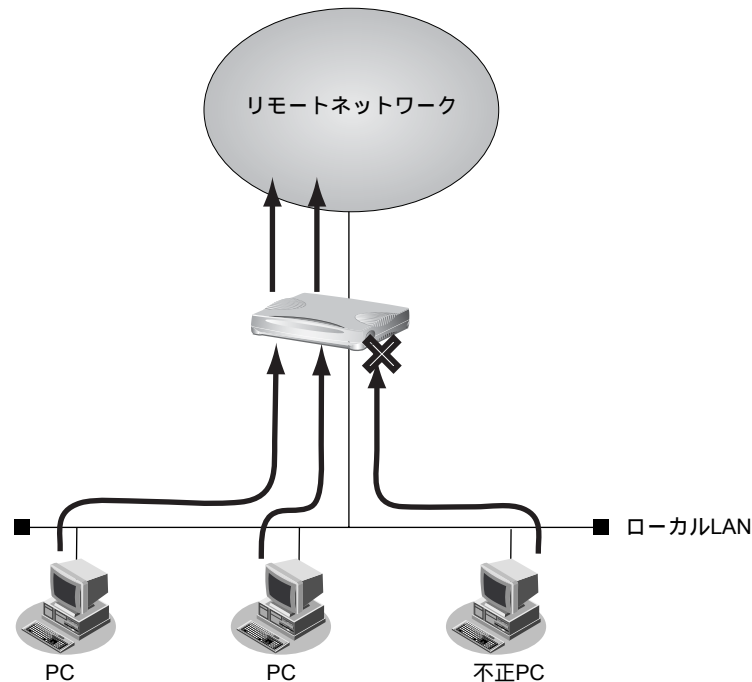
- 本装置の RADIUS サーバ機能は、本装置の RADIUS クライアントからだけ利用できます。
- 1 台の本装置上で、RADIUS サーバ機能と RADIUS クライアント機能を併用することはできません。
- 1 台の本装置上で、RADIUS サーバ機能を複数設定することはできません。
- RADIUS プロトコルの制約で、同時に認証およびアカウンティングが行える数は 256 です。同時に 257 以上の認証とアカウンティングを行った場合は、両方とも失敗します。
- 本装置の RADIUS 機能は 4096 バイトを超える RADIUS のパケットを扱えません。
  RADIUS サーバ機能を用いる場合は、以下のような場合にこの上限を超えてしまいます。RADIUS サーバからパケットを送出できなくなり、RADIUS クライアント側でタイムアウトが発生し、認証は失敗します。
  - IPv4 スタティック経路情報を大量に設定した場合（もっとも長い書式で約 130 個が上限）
  - IPv6 スタティック経路情報を大量に設定した場合（もっとも長い書式で約 50 個が上限）
  - 拡張 IPsec 対象範囲を大量に設定した場合（もっとも長い書式で約 50 個が上限）
- AAA 情報の aaa user ip route、aaa user ip6 route（スタティック経路情報）で設定した distance 値（優先度）は RADIUS サーバ機能では伝達することはできません。
- AAA 情報の aaa user ip address local （IP 基本情報）で設定した自側 IP アドレスは RADIUS サーバ機能では伝達することはできません。
- RADIUS クライアント機能で受信した Framed-Route、Framed-IPv6-Route の情報は distance 値（優先度）100 の経路情報として扱われます。また、これらの経路情報を受け入れた結果、装置の経路数の上限を超えてしまう場合、回線は切断されます。
- RADIUS クライアント機能を定義しても、同じグループのユーザ情報は利用されます。AAA グループに RADIUS クライアント機能（aaa radius）とユーザ情報（aaa user）の両方を定義した場合、まず RADIUS クライアント機能で認証が行われます。RADIUS クライアント機能での認証が成功した場合はユーザ情報は利用されませんが、認証に失敗した場合は、次にユーザ情報で認証を行います。

- RADIUS アカウンティングサーバを複数台で構成した場合、アカウンティング開始とアカウンティング終了は別のアカウンティングサーバで採取される可能性があります。
- RADIUS サーバ機能は VRRP 機能を使用して多重化することはできません。

2.28 不正端末アクセス防止機能（MAC アドレス認証）

不正端末アクセス防止機能（MAC アドレス認証）とは、ローカル LAN からリモートネットワークへ中継するパケットの送信元端末が許可された端末であるかを送信元 MAC アドレスをもとに認証する機能です。

本機能を利用することで認証許可のない不正端末を検知し、リモートネットワークへの不正アクセスを防止します。

認証を行うための認証データベースとして、自装置内の AAA 機能を用いたローカル認証と、外部に RADIUS サーバを設置したリモート認証が利用できます。

こんな事に気をつけて

- 本機能では、端末からのパケット受信を契機とし認証を実施します。したがって、自発的にパケットを送信しない端末については、正常に検知できない場合があります。
- 本機能では、端末ごとに認証結果を一定時間保持します。認証結果を保持した状態で認証データベースの変更や追加を行うと、保持している認証結果がエイジアウトするまで反映されていないように見えることがあります。
- 本機能は、lan 定義で以下の設定を併用すると動作しません。
  - ブリッジ

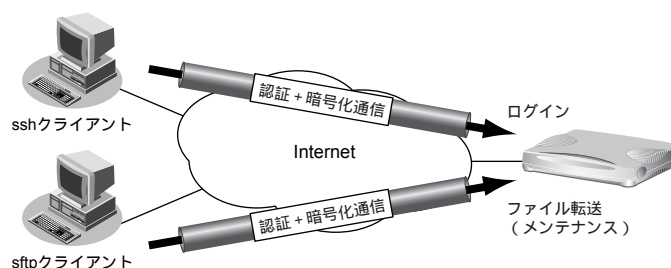
2.29 SSH サーバ機能

SSH サーバ機能とは、TELNET サーバ機能と同じリモートログイン機能（ssh サーバ）と FTP サーバ機能と同じリモートファイル転送機能（sftp サーバ）をサポートしています。

TELNET サーバ機能および FTP サーバ機能では、平文テキストデータのまま通信するため、通信内容を傍受されたり、改ざんされる危険性があります。SSH サーバ機能では、ホスト認証および暗号化通信により、安全で信頼できるログイン機能およびファイル転送機能を利用することができます。

参照　本装置の SSH サーバ機能は、BSD ライセンスに基づいて公開されているフリーソフトウェアの OpenSSH を利用しています。詳しくは、以下の URL を参照してください。

英語版　：http://www.openssh.com/

日本語版　：http://www.openssh.com/ja/

本装置の電源投入時およびリセット時に本装置の SSH ホスト認証鍵が生成されます。生成時間は、数十秒から数分です。SSH ホスト認証鍵生成開始時と完了時にシスログが出力され、生成完了した時点から本装置に SSH 接続することができます。

SSH クライアントソフトウェアにあらかじめ接続相手の SSH ホスト認証鍵を設定しておく必要がある場合は、本装置で show ssh server key dsa コマンドまたは show ssh server key rsa コマンドを実行して表示される SSH ホスト認証鍵を設定します。

本装置に SSH 接続した際に、本装置の SSH ホスト認証鍵が SSH クライアント側に送信されて、設定または保存されている鍵と異なる場合は、SSH 接続が拒否されます。したがって、装置交換などにより、SSH ホスト認証鍵が変更された場合は、SSH クライアントソフトウェアに設定または保存されている SSH ホスト認証鍵を再設定するか削除してから SSH 接続します。

その後、パスワード入力プロンプトが表示されますが、SSH ホスト認証などの処理により、表示されるまで多少時間がかかります。

本装置への SSH 接続は、同時に 1 接続しかできないため、SSH 接続中に新たな SSH 接続要求があった場合は、SSH ホスト認証をする前に切断されます。

また、serverinfo ssh/serverinfo sftp コマンドを off に設定することにより、SSH サーバ機能を完全に停止させることができます。

ssh クライアントと sftp クライアントは SSH ポートに接続するため、serverinfo コマンドの ssh または sftp のどちらかが on の場合、本装置の SSH ポートは接続できる状態で、serverinfo コマンドで off になっていてもパスワード入力まで行われたあとに、接続が切断されます。

こんな事に気をつけて

SSH サーバ機能が完全に停止している状態で本装置を起動し、serverinfo コマンドで SSH 機能のどちらかを有効にして設定を反映した場合、SSH ホスト認証鍵の生成に時間がかかります。このとき、セッション監視タイムアウトが発生するなど、ほかの処理に影響する可能性があります。

以下に、ssh 接続と telnet 接続の相違点を示します。

項目	ssh 接続	telnet 接続
パスワード入力時無入力自動切断時間	2 分 （ログイン中は telnetinfo の設定に従う）	telnetinfo の設定に従う
シスログメッセージ（一部分抜粋）	login ユーザ名	logon telnet

以下に、sftp 接続と ftp 接続の相違点を示します。

項目	sftp 接続	ftp 接続
ユーザ ID 指定	接続前に指定 （一部の sftp クライアントは接続開始時に指定する）	接続後に指定 （一部の ftp クライアントは接続前に指定する）
バイナリモード指定	なし	あり
パッシブモード指定	なし	あり

本装置でサポートする SSH サーバ機能

項目	サポート内容
SSH サーババージョン	OpenSSH 3.9p1
SSH プロトコルバージョン	SSH プロトコルバージョン 2 だけをサポート
SSH ポート番号／プロトコル	22 ／ TCP
IP プロトコルバージョン	IPv4 および IPv6 をサポート
ホスト認証プロトコル	RSA
ホスト認証アルゴリズムの種類	ssh-rsa, ssh-dss
暗号方式の種類	aes128-cbc、3des-cbc、blowfish-cbc、cast128-cbc、arcfour、aes192-cbc、aes256-cbc、rijndael-cbc@lysator.liu.se、aes128-ctr、aes192-ctr、aes256-ctr
メッセージ認証コードの種類	hmac-md5、hmac-sha1、hmac-ripemd160、hmac-ripemd160@openssh.com、hmac-sha1-96、hmac-md5-96
同時接続数	1

2.29.1　SSH クライアントソフトウェア

本装置に SSH 接続するには、SSH クライアントソフトウェアが別途必要です。

本装置の SSH サーバ機能では、SSH プロトコルバージョン 2 だけをサポートしているため、SSH プロトコルバージョン 2 に対応した SSH クライアントソフトウェア（ssh クライアントソフトウェアおよび sftp クライアントソフトウェア）を使用してください。
以下に、使用できるクライアントソフトウェア一覧を示します。

 以下の表は、使用可能なソフトウェア一覧であり、すべての動作について保証するものではありません。

ssh クライアント（ログインクライアント）ソフトウェア

OS 名	ssh クライアント名	IPv4 接続	IPv6 接続
Windows® XP ／ 2000 ／ Me ／ 98（SE）	PuTTY 0.55	可能	可能
FreeBSD	ssh（OpenSSH 3.9p1）	可能	可能
Linux	ssh（OpenSSH 3.9p1）	可能	可能

sftp クライアント（ファイル転送クライアント）ソフトウェア

OS 名	sftp クライアント名	IPv4 接続	IPv6 接続
Windows® XP ／ 2000 ／ Me ／ 98（SE）	FileZilla 2.2.8d	可能	不可
	psftp（PuTTY 0.55）	可能	可能（※）
FreeBSD	sftp（OpenSSH 3.9p1）	可能	不可
	cftp 0.12	可能	可能
Linux	sftp（OpenSSH 3.9p1）	可能	不可
	cftp 0.12	可能	可能

※）IPv6 アドレス指定は接続できず、ホスト名指定でのみ接続できます。

2.30 アプリケーションフィルタ機能

アプリケーションフィルタ機能では、本装置で動作する各サーバ機能に対してアクセスを制限することができます。
これにより、本装置のメンテナンスまたは本装置のサーバ機能を使用する端末を限定し、セキュリティを向上することができます。

索引

A

B

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

あ

い

え

お

か

き

く

け

こ

さ

し

す

せ

そ

た

つ

て

と

な

に

ね

の

は

ふ

へ

ほ

ま

ゆ

よ

ら

り

る

ろ

Si-R brinシリーズ　機能説明書

P3NK-3302-01Z0

発行日　　　2009年2月

発行責任　　富士通株式会社